



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

**ENERGETICKÝ ÚSTAV**

ENERGY INSTITUTE

**NÁVRH VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ PRO  
„EMOTIVNÍ DŮM“**

HEATING AND VENTILATION IN THE 'EMOTIVNÍ DŮM'

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

Bc. Jan Brázda

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

doc. Ing. Pavel Charvát, Ph.D.

BRNO 2017




Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17.

V Brně, dne 2. 11. 2016

  
\_\_\_\_\_  
doc. Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.  
ředitel ústavu



  
\_\_\_\_\_  
doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## **Abstract**

Diplomová práce se zabývá návrhem vytápění a větrání pro Emotivní dům navržený autorem diplomové práce. V první části je představena stavba a stavební řešení. V další části výpočet tepelné ztráty a návrh teplovzdušného vytápění, včetně volby vzduchotechnické jednotky a návrhu potrubní trasy a uvedení použitých komponentů. V další části je návrh vytápění pro koupelny, které je provedeno podlahovým vytápěním. A vytápění neobytných místností pomocí otopných těles. V závěru práce je uvedena volba zdroje tepla. Práce obsahuje i vyhotovené výkresy.

## **Klíčová slova**

Teplovzdušné vytápění, zpětné získávání tepla, tepelná ztráta, podlahové vytápění, otopná tělesa, Emotivní dům, pocit domova

## **Abstract**

This master's thesis deals with the design of the heating and ventilation system for the 'Emotivní dům' which was designed by the author of this thesis. The first part of the thesis provides an overview of the project and the architectural design of the house. In the next part, the calculation of the heat loss and the design of the heating and ventilation system is described. War-air heating/ventilation is used in in the habitable rooms of the house with the hydronic system utilized in other spaces. The floor heating is used in the bathrooms and the other non-habitable spaces, such as the garage, are heated with radiators. A natural gas boiler is used as a heat source for both space heating and domestic hot water heating. The thesis contains the floor plans of the house as well as technical drawings of the heating and ventilation system.

## **Key Words**

Warm air heating, heat recovery, heat loss, underfloor heating, radiator, Emotional home, feeling home

## Bibliografická citace

BRÁZDA, J. *Návrh vytápění a větrání pro „Emotivní dům“*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2017. 75 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Pavel Charvát, Ph.D.

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, pod vedením Ing. Pavla Charváta Ph.D. a s použitím uvedené literatury v seznamu.

V Brně dne 20. 5. 2017

.....  
Jan Brázda

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Popis Emotivního domu.....</b>	<b>9</b>
2.1	Popis návrhu domu .....	12
2.2	Konstrukce domu .....	13
<b>4</b>	<b>Výpočet tepelných ztrát.....</b>	<b>14</b>
4.1	Klimatické údaje .....	14
4.2	Výpočet součinitelů prostupu tepla $U [W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$ .....	14
4.2.1	Výpočet součinitele prostupu tepla složených konstrukcí .....	15
4.2.2	Výpočet součinitele prostupu tepla obloukových stěn .....	16
4.2.3	Vzorový výpočet pro oblouk s vnitřním poloměrem $r_1=1,5$ m .....	17
4.3	Tepelná ztráta objektu.....	19
4.3.1	Návrhová tepelná ztráta prostupem .....	19
4.3.2	Vzorový výpočet tepelných ztrát prostupem.....	19
4.4	Zátopový tepelný výkon.....	21
4.5	Tepelná ztráta větráním.....	22
4.5.1	Výběr kompaktní teplovzdušné jednotky.....	22
4.5.2	Návrhová ztráta větráním teplovzdušnou jednotkou .....	23
4.5.3	Tepelná ztráta větráním místností číslo 106 a 107 .....	24
4.6	Celkový tepelný výkon .....	24
<b>5</b>	<b>Koncept vytápění.....</b>	<b>25</b>
5.1	Teplovzdušně.....	25
5.2	Podlahové topení.....	25
5.3	Otopná tělesa .....	26
<b>6</b>	<b>Návrh teplovzdušného vytápění.....</b>	<b>26</b>
6.1	Teplovzdušná jednotka Duplex RK5 .....	26
6.2	Návrh potrubní trasy .....	27
6.3	Komponenty rozvodů vzduchu .....	29
<b>7</b>	<b>Aerodynamický výpočet potrubní sítě .....</b>	<b>31</b>
7.1	Množství vzduchu .....	31
7.2	Tlakové ztráty.....	32
7.2.1	Příklad výpočtu pro místnost 201 .....	33
7.2.2	Odsávací větev.....	35
<b>8</b>	<b>Návrh podlahového topení .....</b>	<b>37</b>
<b>9</b>	<b>Návrh otopných těles.....</b>	<b>39</b>
9.1	Výběr správného typu radiátoru.....	41
9.2	Vzorový výpočet pro místnost 208 .....	41
<b>10</b>	<b>Hydraulické vyvážení.....</b>	<b>43</b>
10.1	Použité potrubí .....	44
10.2	Rozdělovač .....	46
10.3	Termostatický ventil .....	47
10.4	Volba kotle .....	48
10.5	Návrh expanzní nádoby.....	49
10.6	Návrh pojistného ventilu .....	50
<b>11</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>51</b>

<b>12</b>	<b>Seznam zdrojů.....</b>	<b>52</b>
<b>13</b>	<b>Seznam použitých symbolů .....</b>	<b>54</b>
<b>14</b>	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>55</b>

# 1 Úvod

V dnešní době jsme dosáhli takového technického pokroku, že nám již nedělá větší potíže splnit různorodé potřeby člověka. Technika nám je schopna zajistit přežití a pohodlí. A proto nyní nastává čas, kdy je třeba jít ještě o kus dále a zaměřit se také na pocity, které v nás předměty a běžné události vyvolávají. Dům už není jen obydlí, pouhá střecha nad hlavou, ale je to především náš domov. Tedy útulné místo, kam se rádi se svou rodinou vracíme, a kde se cítíme být šťastní.

Život člověka z velké míry ovlivňuje jeho okolí, lidé, ale také prostředí, kde žije a vyrůstá. Naše domovy jsou tím nejdůležitějším místem. Zde trávíme většinu svého času.

Cílem diplomové práce bylo navrhnout systém vytápění a větrání pro Emotivní dům. Emotivní dům je dvoupatrový rodinný dům, který si klade za cíl přiblížit se více člověku, navázat sdílení mezi lidmi a navazovat kontakt s přírodou. A také navodit pocit domova. I kvůli tomu dostal název Emotivní dům.

Moderní stavby mají často velmi malou tepelnou ztrátu a požadavky na vytápění se snižují. Avšak požadavky na větrání a celkovou kvalitu vnitřního klimatu se neustále zvyšují. Z toho důvodu je v domě použito teplovzdušné vytápění, které umožňuje řízené větrání a filtraci vzduchu a je také velmi zajímavým způsobem vytápěním vzhledem k současným trendům ve stavebnictví.

Vizi Emotivního domu, architektonické a stavební řešení vytvořil autor diplomové práce. A proč je Emotivní dům takový jaký je? Zkrátka proto, že právě takto to autor cítí, tečka.



## 2 Popis Emotivního domu



Obr. 1 - Emotivní dům

Jedná se o dvoupodlažní rodinný dům, navržený autorem diplomové práce. V prvním nadzemním podlaží je umístěna prostorná garáž, kancelář, prostor pro volnočasové aktivity a prostorná chodba sloužící, jako obrazová galerie a uvítací prostor pro návštěvy. Chodba pak také propojuje zahradu před domem a za domem.

Druhé nadzemní podlaží je obytnou částí domu. Kde se nachází tři ložnice, obývací pokoj, prádelna, dvě koupelny a chodba navržená tak, aby propojovala místnosti v jeden celek. Ale především, aby propojovala uživatele domu. Dům je navržen ve tvaru podkovy, která je již od pradávna symbolem štěstí a svým tvarem vytváří soukromý prostor terasy. Na terase je živý trávník s možností zasadit různé rostliny a dřeviny. Dochází tak k propojení přírody a člověka. Také velké prosklené plochy propojují dům s přírodou a vtahují tak člověka do přírody, která byla vždy naší přirozenou součástí.

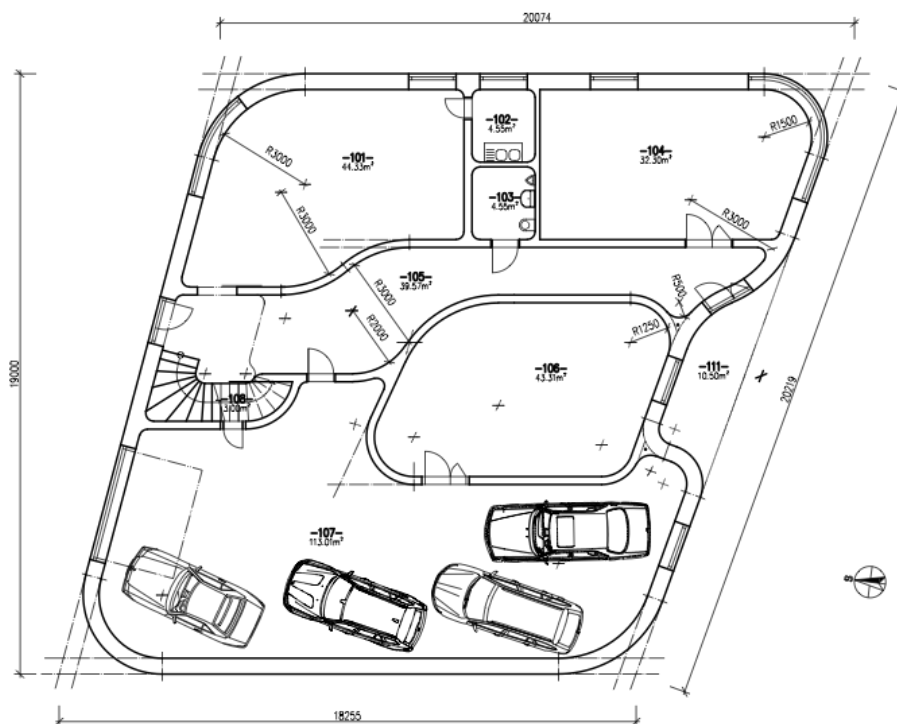


Obr. 2 - Pohled na schodiště

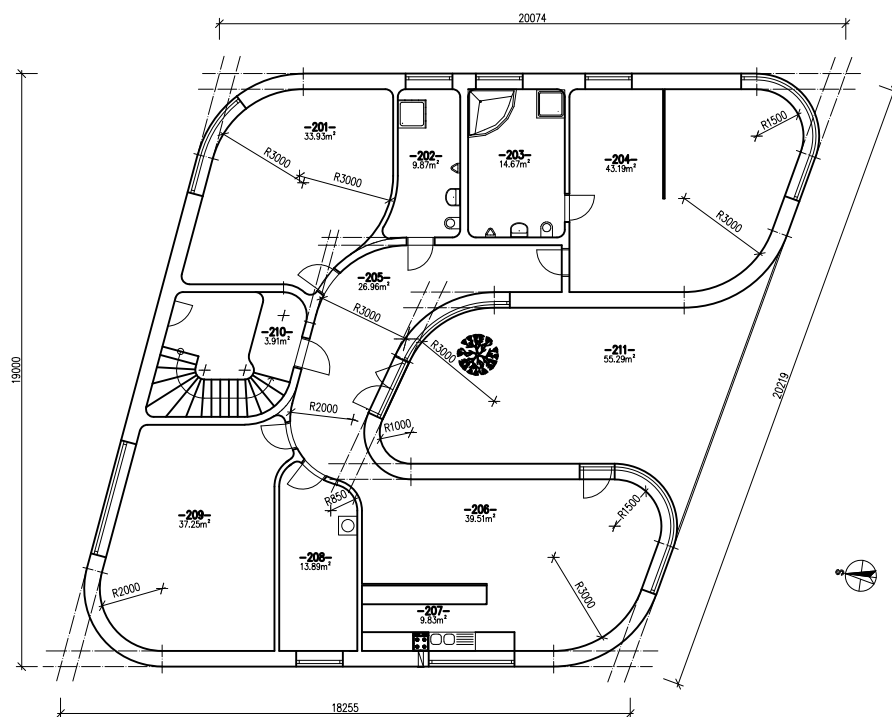


Obr. 3 - Pohled na obývací pokoj a propojovací chodbu

Na obr. 4 je uveden výkres prvního patra Emotivního domu, kde je umístěna pracovna, posilovna, garáž, ateliér a další prostory. Na obr. 5 je výkres druhého patra. Jednotlivé místnosti i s jejich číselným označením jsou v tab. 1



Obr. 4 - Půdorys prvního patra Emotivního domu



Obr. 5 - Půdorys druhého patra Emotivního domu

Tab. 1 – tabulka místností

Označení místnosti	Plocha místnosti	Objem místnosti
	$A_i$	$V_i$
	$m^2$	$m^3$
201 Dětský pokoj	33,9	88,1
202 Koupelna	9,9	25,7
203 Koupelna	14,7	38,2
204 Ložnice	43,2	112,3
205 Chodba	26,9	69,9
206, 207 Obývací pokoj	49,4	128,4
208 Prádelna	13,9	36,1
209 Pokoj pro hosty	37,3	97,0
101 Kancelář	44,3	115,2
102 Kuchyň	4,6	12,0
103 WC	4,6	12,0
104 Posilovna	32,3	84,0
105 Chodba	39,6	103,0
106 Ateliér	43,3	101,8
107 Garáž	113,0	293,8
108 Technická místnost	3,0	7,8

## 2.1 Popis návrhu domu

Při návrhu domu jsem kladl důraz především na pocitový zážitek z užívání stavby. Proto název Emotivní dům. Jak se lidé budou uvnitř cítit. A také na uměleckou hodnotu domu. Především na čisté linie a pečlivě provedené geometrické tvary.

Vycházel jsem také s předpokladu, že dům bude obklopen zahradou s výhledem do zajímavé krajiny na jižní straně domu. Chtěl jsem navázat co největší kontakt s přírodou a proto jsem chtěl velkou terasu. Chtěl jsem také vytvořit soukromý prostor, kde bude možnost vytvoření posezení, pěstování rostlin, hraní her a místo pro pozorování hvězd a to vše přístupné z horního patra, tedy aby tento venkovní prostor tvořil nedílnou část bytu, který je ve druhém patře domu. Proto mě napadlo udělat dům ve tvaru podkovy, která vytvoří takový prostor a zároveň je podkova od pradávna symbolem štěstí. Lidé si dávají podkovy nad vstupní dveře a věří, že to přinese štěstí, tak proč nevytvořit dům, který bude ve tvaru podkovy? Hodně jsem tedy přemýšlel o podobných symbolech a přemýšlel jsem, jak je začlenit do návrhu domu. A dalším symbolem je strom života, který jsem umístil do středu domu na vnitřní terasu v druhém patře.

Ve vnitřním prostředí jsem chtěl dosáhnout spojení s přírodou. Toho jsem dosáhl velkými okny a vhodně vytvořenou spojovací chodbou. Ta totiž obklopuje podkovovitou část terasy, která je prosklená. Tato velká skleněná plocha slouží i pro vytápění solárními zisky v zimním období. Regulace oslunění je provedena listnatým stromem, který je umístěn hned za oknem a na zimu jeho listy opadá. V létě pak poskytuje příjemný stín. Z chodby je tak možné sledovat měnící se počasí. Pozorovat déšť, sněhovou vánici apod. Chodbu jsem tvarem navrhl tak, aby byla dostatečně prostorná a tvořila dojem velkého prostoru a plynule navazovala na obývací pokoj. Mezi chodbou a obývacím pokojem nejsou dveře a je to právě z toho důvodu, aby se propojil prostor domu, aby tam byl přítomný ten pocit, že se vše sbíhá do obývacího pokoje, tedy do společného prostoru, kde se obyvatelé budou scházet. Dům je tedy uzpůsobený ke sdílení našich životů s ostatními, o sdílení zážitků apod. Chodbu a obývací pokoj tedy dělí pouze zúžený prostor, lidé by tak měli být pocitově vtahováni do obývacího pokoje. Měli by cítit, že dům je vlastně jeden společný prostor, že zde není třeba něco tajit, prostor má podpořit člověka v otevřenosti a upřímnosti. Má vytvořit harmonické prostředí.

V prvním patře jsem se snažil vytvořit vhodné pracovní prostředí. Bylo mým záměrem vytvořit dům, který bude propojovat všechny naše životní role. Proto je zde umístěna posilovna, kancelář, ateliér a garáž. V kanceláři je umístěna malá kuchyňka pro možnost připravit nápoje a občerstvení pro návštěvy. Chodba v prvním patře je vytvořena tak, že při vstupu do budovy vstoupíme do rozměrného prostoru. Po pravé straně vidíme schodiště, které se po straně stáčí a které je nahoře zakončeno balkónkem. Schodiště je navrženo tak, aby vytvářelo dojem, že vystupujeme na pomyslný Olymp, má v nás vzbuzovat pocit zvědavosti, co dál objevíme. A takový je vlastně celý dům. Trochu tajemný a zároveň velmi útulný. Chodba pod schodištěm pak dále pokračuje a postupně se zužuje a vytváří dojem, že dům nikde nekončí. Po stranách chodby jsou vystavena umělecká díla a prosvětlení vytváří pocit útulného prostoru. Chodba pak končí na druhé straně domu, kde ústí na zahradu v zadní části domu. Zde je vytvořeno malé přístřeší pro posezení, grilování apod. Pod zatravněnou terasou je umístěn ateliér, který společně s prostornou garáží vytváří prostor pro tvořivé aktivity. Třeba práci se dřevem, opravování historických vozidel, tvorba uměleckých předmětů apod.

## 2.2 Konstrukce domu

Dům má celkovou podlahovou plochu 292 m<sup>2</sup>. Podlahová plocha druhého patra je 237 m<sup>2</sup>. A plocha terasy je 55 m<sup>2</sup>. Střecha domu je plochá s jednoplášťovou konstrukcí. Jedná se o typ obrácené střechy. To znamená, že je obrácená klasická skladba střechy a tepelná izolace je nad hydroizolací. Na tepelné izolaci je nutná vrstva šterku, který chrání střechu před povětrnostními a slunečními vlivy. A slouží také jako zatížení, aby nedošlo k odfouknutí tepelné izolace při silném větru.

Obvodové zdi jsou navrženy z keramických tvárnic Heluz Family 50

2in1- broušené, které splňují podmínku pro pasivní domy. Stropy jsou keramické z nosníků a vložek Miako. Výška vložek Miako je 190 mm s betonovou vrstvou tloušťky 60 mm. Tloušťka stropu je tedy 250 mm. Výjimku tvoří strop pod balkónem, kde je kvůli vyššímu zatížení zeminou použita vložka Miako 80 mm s betonovou vrstvou 170 mm s výztuží z kari sítě. Tloušťka stropu je tedy také 250 mm.

Obloukové části domu jsou vytvořeny také z keramických tvárnic Heluz Family 50 2in1-broušené. Jsou však kladeny do tvaru oblouku. Tím mezi nimi vznikne štěrbina, která se pak vyplní jiným materiálem. Konkrétně izolační pěnou, která se na oblouky nanese nástřikem. Vyhlazení stěny do tvaru hladkého oblouku se provede omítkou. Tedy v obloukových částech je třeba větší tloušťky omítky než v rovných částech. Obloukové části domu tedy mají nepatrně větší tloušťku než rovné části.

Překlady nad okny v obloukových částech jsou ze železobetonu a jsou součástí věnce a stropu domu. Je tedy třeba speciálního obloukového bednění. Vnější strana překladů je opatřena tepelnou izolací pro zabránění tepelných mostů.

Všechna použitá okna jsou dřevěná s trojsklem. Okna v obloukových částech domů budou vytvořena z menších segmentů o šířkách okolo 500 mm. Tyto segmenty tak vytvoří dojem oblouku. Okna v obloukových částech jsou neotevíratelná. Okna v rovných částech jsou všechna otevíratelná.

## 4 Výpočet tepelných ztrát

V další části bude proveden výpočet tepelných ztrát.

### 4.1 Klimatické údaje

Dům zatím nemá přesně danou lokalitu. Pro další výpočty budu uvažovat lokalitu kolem Brněnské přehrady.

Lokalita: Brno

Venkovní výpočtová teplota: -12 °C

Počet dnů otopného období: 222

Průměrná roční venkovní teplota: 3,6 °C

Nadmořská výška: 227 m

Větrná oblast

### 4.2 Výpočet součinitelů prostupu tepla $U$ [ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ]

Pro výpočet tepelných ztrát domu potřebujeme znát skladbu materiálu jednotlivých konstrukcí. A také potřebujeme znát parametry použitých stavebních materiálů. Pro nás nejdůležitějším parametrem bude součinitel prostupu tepla  $U$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] nebo tepelný odpor  $R$  [ $(m^2 \cdot K)/W$ ]. Součinitel prostupu tepla  $U$  spočítáme ze součinitele tepelné vodivosti  $\lambda$  [ $W/(m \cdot K)$ ]. Hodnoty pro náš případ jsou uvedeny v tab. 3. Hodnoty součinitelů lze najít v údajích výrobců materiálů nebo v knihovně materiálů na portálu TZB-info [1]

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum R_i + R_{se}} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

kde

$R_{si}$  je odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [ $m^2 \cdot K/W$ ]

$R_{se}$  je odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [ $m^2 \cdot K/W$ ]

Oba odpory jsou voleny dle Tab. 2

$R_i$  tepelný odpor dílčích částí [ $m^2 \cdot K/W$ ]

$$R_i = \frac{d_i}{\lambda_i} \quad [(m^2 \cdot K)/W]$$

kde

$d_i$  tloušťka vrstvy konstrukce [m]

$\lambda_i$  součinitel tepelné vodivosti [ $W/m \cdot K$ ]

Tab. 2 - Tepelné odpory při přestupu tepla [1]

Kód	Popis	$R_{si}$ nebo $R_{se}$
		$m^2 \cdot K/W$
20	Odpor při přestupu na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)	0,13
21	Odpor při přestupu na vnější straně (vodorovný tepelný tok)	0,04
22	Odpor při přestupu na vnitřní straně (tepelný tok směrem nahoru)	0,1
23	Odpor při přestupu na vnitřní straně (tepelný tok směrem dolů)	0,17

Tab. 3 - Součinitele tepelné vodivosti a odporu

Kód	Popis	$\lambda$	R
		W/m.K	m <sup>2</sup> .K/W
1	Beton	1,75	—
2	Omítka	0,97	—
3	Mramor	3,5	—
4	Extrudovaný polystyrén	0,037	—
5	Hydroizolace	0,23	—
6	OSB deska	0,13	—
7	Tvrdé dřevo	0,18	—
8	Plech AL	204	—
9	Zemina	1,4	—
10	Štěrka	0,7	—
11	Kačírka	0,7	—
12	Stropní konstrukce miako 190 mm	0,83	—
13	Stropní konstrukce miako 80 mm	0,9	—
14	Zdivo Heluz Family 500 mm	—	8,54
15	Zdivo heluz 250 mm	—	3,24
16	Zdivo vnitřní heluz 150 mm	—	0,54

#### 4.2.1 Výpočet součinitele prostupu tepla složených konstrukcí

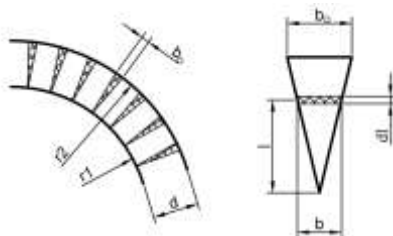
V tab. 4 je uveden vzorový výpočet součinitele prostupu tepla pro podlahu v 1 NP. Celý výpočet pro zbylé konstrukce je uveden v příloze 1.

Tab. 4 - Příklad výpočtu součinitele prostupu tepla pro podlahu v 1NP

Kódy		Popis	d	□	R	U
Stavební část	Materiál		m	W/m.K	m².K/W	W/m².K
Kódy stavebních částí	Označení stavební části					
	Kód	Název vnitřní laminární vrstvy			R <sub>si</sub>	
	Kód	název materiálu	d <sub>1</sub>	□ <sub>1</sub>	R <sub>1</sub> =d <sub>1</sub> /□ <sub>1</sub>	
	....	....	....	....	....	
	Kód	název materiálu	d <sub>n</sub>	□ <sub>n</sub>	R <sub>n</sub> =d <sub>n</sub> /□ <sub>n</sub>	
	Kód	Název vnitřní laminární vrstvy			R <sub>se</sub>	
	Celková tloušťka a Uk		Σd <sub>1</sub>		ΣR <sub>1</sub>	1/ΣR <sub>1</sub>
9	Podlaha 1NP					
	23	Odpor při přestupu na vnitřní straně (tepelný tok směrem dolů)			0,170	
	3	Mramor	0,010	3,500	0,003	
	1	Beton	0,040	1,750	0,023	
	4	Extrudovaný polystyrén	0,100	0,037	2,703	
	5	Hydroizolace	0,005	0,230	0,022	
	1	Beton	0,150	1,750	0,086	
	10	Štěrka	0,150	0,700	0,214	
	Celková tloušťka a Uk		0,455		3,220	0,311

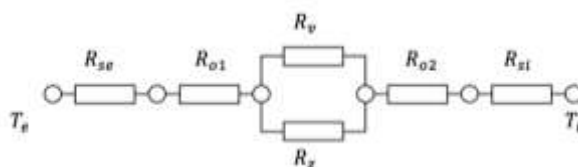
## 4.2.2 Výpočet součinitele prostupu tepla obloukových stěn

Na obr. 6 je znázorněna konstrukce obloukových částí domu, které jsou vytvořeny ze stejných keramických tvárnic, jako rovné části domu. Tyto tvárnice jsou kladeny do oblouku a tím mezi nimi vznikne štěrbin, která se vyplní jiným materiálem. Níže se budu zabývat výpočtem součinitele prostupu tepla obloukových částí s ohledem na použitý výplňový materiál štěrbin a poloměru zaoblení stěny.



Obr. 6 - Složení oblouku z tvárnic

Jedná se o paralelně-sériovou kombinaci materiálů. Odporové schéma obloukových částí je znázorněno na obr. 7



Obr. 7 - Odporové schéma obloukových částí zdiva

Při výpočtu vycházím ze základního vztahu pro tepelný odpor R:

$$R = \frac{d}{\lambda_v \cdot S} \quad [\text{K/W}]$$

který se následně převede do integrálního tvaru:

$$R = \int_0^d \frac{dl}{\lambda_v \cdot V \cdot b} \quad [\text{K/W}]$$

Dle obr. 6 definuji maximální šířku štěrbin:

$$b_0 = \frac{2 \cdot \pi \cdot (r_2 - r_1)}{\frac{2 \cdot \pi \cdot r_1}{b_T}} = \frac{b_T \cdot (r_2 - r_1)}{r_1} = \frac{b_T \cdot d}{r_1} \quad [m]$$

$$b = \frac{l \cdot b_0}{d} = \frac{l \cdot b_T}{r_1} \quad [m]$$

V výška tvárnice [m]

$b_T$  šířka tvárnice [m]

d délka tvárnice [m]

$\lambda_v$  součinitel tepelné vodivosti výplně [W/(m.K)]

$\lambda_z$  součinitel tepelné vodivosti tvárnice [W/(m.K)]



$\lambda_{o1}, \lambda_{o2}$  součinitel tepelné vodivosti omítek na vnější a vnitřní straně [W/(m.K)]  
 $d_{o1}, d_{o2}$  tloušťky omítek na vnější a vnitřní straně [m]

$$R = \int_0^d \frac{dl}{\lambda_v \cdot V \cdot b} = \int_0^d \frac{dl}{\lambda_v \cdot V \cdot \frac{l \cdot b_T}{r_1}} = \frac{r_1}{\lambda_v \cdot V \cdot b_T} \int_{0,001}^d \frac{1}{l} dl =$$

$$R = \frac{r_1}{\lambda_v \cdot V \cdot b_T} \ln \frac{d}{0,001 [m]} \quad [K/W]$$

Toto je tedy tepelný odpor výsečové oblasti, který se paralelně sečte s odporem rovinné stěny a tím vznikne ekvivalentní odpor obloukové stěny.

$$R_{ekvi} = \frac{1}{\frac{\lambda_v \cdot V \cdot b_T}{r_1 \cdot \ln \frac{d}{0,001 [m]}} + \frac{\lambda_z \cdot V \cdot b_T}{d}} \quad [K/W]$$

Ve většině výpočtů však používáme jinou jednotku, proto vztah vynásobíme výškou a šířkou tvárnice. Tím vzniká odpor, který je vztahován vždy k vnitřní straně oblouku.

$$R_{ekvi} = \frac{1}{\frac{\lambda_v}{r_1 \cdot \ln \frac{d}{0,001 [m]}} + \frac{\lambda_z}{d}} \quad [(m^2 \cdot K)/W]$$

K tomu přičteme sériové odpory omítek a odpory při přestupu na vnitřní straně  $R_{si}$  a vnější straně  $R_{se}$ . A spočítáme součinitel prostupu tepla  $U$ .

$$R_c = R_{se} + \frac{d_{o1}}{\lambda_{o1}} + R_{ekvi} + \frac{d_{o2}}{\lambda_{o2}} + R_{si} \quad [(m^2 \cdot K)/W]$$

$$U = \frac{1}{R_c} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

#### 4.2.3 Vzorový výpočet pro oblouk s vnitřním poloměrem $r_1=1,5$ m

Pro:

$$\lambda_v = 0,021 \text{ W/(m.K)}$$

$$\lambda_z = 0,058 \text{ W/(m.K)}$$

$$\lambda_{o1}, \lambda_{o2} = 0,97 \text{ W/(m.K)}$$

$$d_{o1}, d_{o2} = 0,003 \text{ m}$$

$$d = 0,5 \text{ m}$$

$$r_1 = 1,5 \text{ m}$$

$$R_{se} = 0,04 \text{ (m}^2\text{K)/W}$$

$$R_{si} = 0,13 \text{ (m}^2\text{K)/W}$$

$$R_{ekvi} = \frac{1}{\frac{\lambda_v}{r_1 \cdot \ln \frac{d}{0,001 [m]}} + \frac{\lambda_z}{d}} = \frac{1}{\frac{0,021}{1,5 \cdot \ln \frac{0,5}{0,001 [m]}} + \frac{0,058}{0,5}}$$

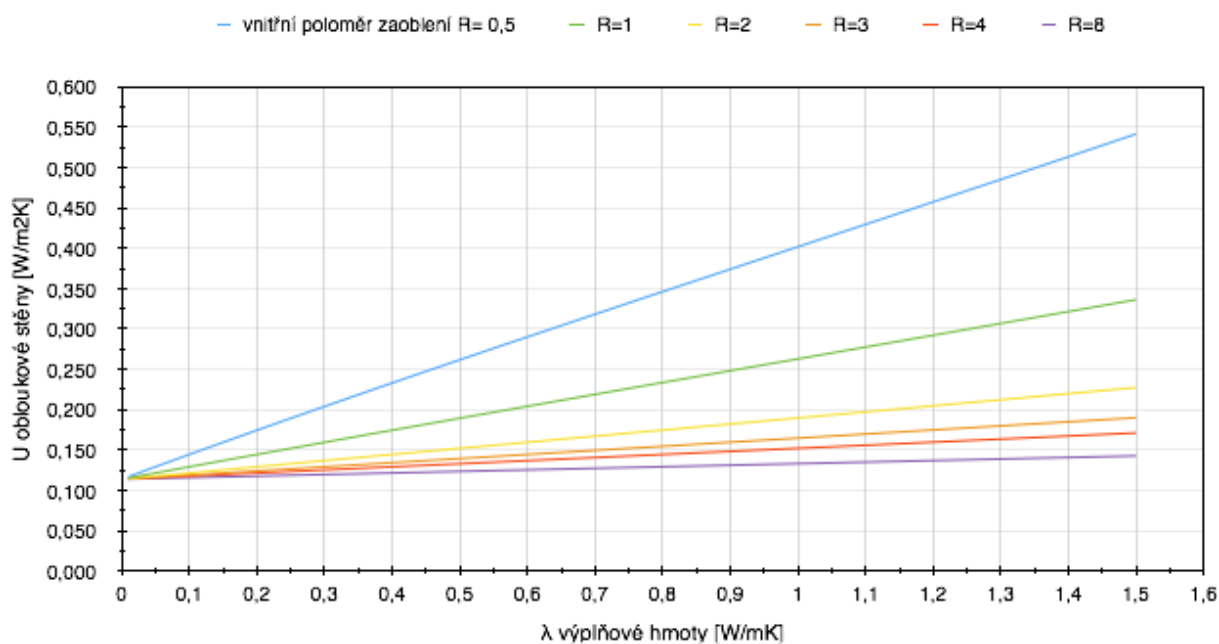
$$R_{ekvi} = 8,46 [(m^2 \cdot K)/W]$$

$$R_c = R_{se} + \frac{d_{o1}}{\lambda_{o1}} + R_{ekvi} + \frac{d_{o2}}{\lambda_{o2}} + R_{si} = 0,04 + \frac{0,003}{0,97} + 8,46 + \frac{0,003}{0,97} + 0,13$$

$$R_c = 8,64 [(m^2 \cdot K)/W]$$

$$U = \frac{1}{R_c} = \frac{1}{8,64} = 0,116 [W/(m^2 \cdot K)]$$

Na obr. 8 je pak graficky znázorněna závislost součinitele prostupu tepla U pro jiné poloměry oblouku a pro různé výplňové materiály šterbiny.



Obr. 8 - Závislost součinitele prostupu tepla na poloměru zaoblení a materiálu výplňové hmoty pro tvárnice Heluz family 50 2in1

### 4.3 Tepelná ztráta objektu

V této části diplomové práce uvedu výpočet tepelných ztrát podle normy ČSN EN 12831.

Celková návrhová tepelná ztráta:

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i} \quad [\text{W}]$$

kde:

$\Phi_{T,i}$  je návrhová tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru [W]

$\Phi_{V,i}$  návrhová tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru [W]

$\Phi_{RH,i}$  zátopový tepelný výkon [W]

#### 4.3.1 Návrhová tepelná ztráta prostupem

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad [\text{W}]$$

kde:

$H_{T,ie}$  součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí pláštěm budovy [W/K]

$H_{T,iue}$  součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí nevytápěným prostorem [W/K]

$H_{T,ig}$  součinitel tepelné ztráty prostupem do zeminy [W/K]

$H_{T,ij}$  součinitel tepelné ztráty z vytápěného prostoru do sousední místnosti vytápěné na jinou teplotu [W/K]

#### 4.3.2 Vzorový výpočet tepelných ztrát prostupem

Obr. 9 - Vzorová místnost číslo 204

Zde bude vzorový výpočet pro pokoj 204 ložnice viz obr. 9. Další pokoje jsou v příloze 2. V tab. 6 je přehled výpočtových teplot pro jednotlivé místnosti.

Tab. 5 – Příklad výpočtu tepelných ztrát prostupem pro pokoj 204

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>	
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K	
1	Vnější stěna rovná část	31,74	0,11	1	3,4914	
3	Vnější stěna oblouk r=1500mm	3,66	0,116	1		
2	Vnější stěna oblouk r=3000mm	11	0,115	1		
6	Okna trojsklo	11	0,61	1	6,71	
13	Střecha	43,19	0,168	1	7,25592	
Celkem stavební části		Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •e <sub>k</sub> W/K			17,45732	
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	I <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	Ψ <sub>k</sub> •I <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>	
		W/mK	m	na jedn.	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem tepelné mosty		Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> •I <sub>k</sub> •e <sub>k</sub> W/K			0	
Celkový součinitel tepelné ztráty, přímo do venkovního prostředí H <sub>T,ie</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •e <sub>k</sub> +Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> *I <sub>k</sub> *e <sub>k</sub> W/K						
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory						
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>	
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem stavební části		A <sub>k</sub> *U <sub>k</sub> *b <sub>U</sub> W/K			0	
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	I <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	Ψ <sub>k</sub> •I <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>	
		W/mK	m	na jedn.	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem tepelné mosty		Ψ <sub>k</sub> *I <sub>k</sub> *b <sub>U</sub> W/K			0	
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory H <sub>T,iue</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •b <sub>U</sub> W/K						
Tepelné ztráty zeminou						
Výpočet B'		A <sub>g</sub>	P	B'=2.A <sub>g</sub> /P		
		m <sup>2</sup>	m	m		
		-	-	-	-	
Kód	Stavební část	U <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> •U <sub>equiv,k</sub>	
		W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup>	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem ekvivalentní části		Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> .U <sub>equiv,k</sub> W/K			0	
Korekční činitelé		f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>W</sub>	f <sub>g1</sub> •f <sub>g2</sub> •G <sub>W</sub>	
		na jedn.	na jedn.	na jedn.	na jedn.	
		-	-	-	-	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou H <sub>T,ig</sub> =(Σ <sub>k</sub> .A <sub>k</sub> •U <sub>equiv,k</sub> ).f <sub>g1</sub> •f <sub>g2</sub> •G <sub>W</sub> W/K						
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na jinou teplotu						
Kód	Stavební část	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub> •A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub>	
		na jedn.	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/K	
		-	-	-	-	
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami H <sub>T,ij</sub> = Σ <sub>k</sub> f <sub>ij</sub> •A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> W/K						
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem H <sub>T,i</sub> =H <sub>T,ie</sub> +H <sub>T,iue</sub> +H <sub>T,ig</sub> +H <sub>T,ij</sub> W/K						
Teplotní údaje						
Výpočtová venkovní teplota			θ <sub>e</sub>	°C	-12	
Výpočtová vnitřní teplota			θ <sub>int,i</sub>	°C	20	
Výpočtový teplotní rozdíl			θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub>	°C	32	
Návrhová tepelná ztráty prostupem Θ <sub>T,i</sub> =H <sub>T,i</sub> *(θ <sub>int,i</sub> -θ <sub>e</sub> ) W						

Tab. 6 - Výpočtové teploty místností

Označení místnosti	Výpočtová vnitřní teplota	Plocha místnosti	Objem místnosti
	$\Phi_{\text{int},i}$	$A_i$	$V_i$
	°C	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
201 Dětský pokoj	20,0	33,9	88,1
202 Koupelna	22,0	9,9	25,7
203 Koupelna	24,0	14,7	38,2
204 Ložnice	20,0	43,2	112,3
205 Chodba	20,0	26,9	69,9
206, 207 Obývací pokoj	20,0	49,4	128,4
208 Prádelna	20,0	13,9	36,1
209 Pokoj pro hosty	20,0	37,3	97,0
101 Kancelář	20,0	44,3	115,2
102 Kuchyň	20,0	4,6	12,0
103 WC	–	4,6	12,0
104 Posilovna	20,0	32,3	84,0
105 Chodba	–	39,6	103,0
106 Ateliér	15	43,3	101,8
107 Garáž	(15) jen někdy	113,0	293,8
108 Technická místnost	–	3,0	7,8

#### 4.4 Zátopový tepelný výkon

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH} \quad [\text{W}]$$

kde:

$A_i$  je podlahová plocha místnosti [m<sup>2</sup>]

$f_{RH}$  korekční součinitel. Hodnoty jsou uvedeny v normě ČSN EN 12831 v příloze D.6.

Tab. 7 - Zátopový tepelný výkon

Označení místnosti	Zátopový součinitel	Plocha místnosti	Zátopový výkon
	$f_{RH}$	$A_i$	$\Phi_{RH,i}$
	W/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	W
201 Dětský pokoj	11	33,9	373
202 Koupelna	11	9,9	109
203 Koupelna	11	14,7	162
204 Ložnice	11	43,2	475
205 Chodba	6	26,9	161
206, 207 Obývací pokoj	11	49,4	543
208 Prádelna	6	13,9	83
209 Pokoj pro hosty	11	37,3	410
101 Kancelář	11	44,3	487
102 Kuchyň	6	4,6	28
103 Wc	–	4,6	–
104 Posilovna	6	32,3	194
105 Chodba	–	39,6	–
106 Ateliér	6	43,3	260
107 Garáž	4	113,0	452
108 Technická místnost	–	3,0	–

## 4.5 Tepelná ztráta větráním

Větrání zajišťuje teplovzdušná jednotka. Větrací vzduch je ohříván přímo v teplovzdušné jednotce, nebudu tedy tepelnou ztrátu větráním počítat k jednotlivým místnostem. Celkovou tepelnou ztrátu větráním odečtu přímo z výkonu teplovzdušné jednotky.

To platí mimo místnosti 106 a 107, které nejsou napojeny na teplovzdušnou jednotku. Větrání je v nich zajištěno otevíráním oken. U těchto místností tepelnou ztrátu větráním musím započítat do tepelného výkonu místnosti.

### 4.5.1 Výběr kompaktní teplovzdušné jednotky

Pro výpočet tepelné ztráty větráním potřebuji nejprve vybrat teplovzdušnou jednotku. Kompaktní vzduchotechnická jednotka umožňuje rekuperaci a teplovzdušné vytápění. V jednotce je dále umístěný filtr vzduchu, výměníky pro ohřev a chlazení vzduchu, ventilátor. Podrobnější popis jednotky uvedu dále.

#### Potřebné množství teplého vzduchu pro vytápění:

Protože zatím nevím kolik bude přesně tepelná ztráta větráním, udělám počáteční odhad s hodnotou tepelné ztráty 14 kW. Následně vyberu potřebnou kompaktní větrací jednotku. Podle údajů výrobce pak dopočítám tepelnou ztrátu větráním a provedu kontrolní výpočet.

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}}{\rho \cdot c \cdot (t_p - t_i)} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

kde:

$\dot{Q}$  je celkový tepelný výkon pro danou místnost [W]

$\rho$  hustota vzduchu [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ], pro náš případ je  $\rho = 1,2 \text{ kg}/\text{m}^3$

$t_p$  teplota přiváděného vzduchu [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$t_i$  teplota odváděného vzduchu [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$c$  měrná tepelná kapacita vzduchu [ $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ].

Při izobarických úpravách vlhkého vzduchu se vždy počítá s měrnou tepelnou kapacitou při konstantním tlaku  $c_p$ . [2]

$$c_p = 1010 + 0,12 \cdot t \quad [\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})]$$

Teplotu přiváděného vzduchu volím  $t_p = 40^{\circ}\text{C}$ :

$$c_p = 1010 + 0,12 \cdot 40 = 1014,8 \quad [\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})]$$

Předběžné množství teplého vzduchu pro celý objekt je:

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}}{\rho \cdot c \cdot (t_p - t_i)} = \frac{14000 \cdot 60 \cdot 60}{1014,8 \cdot 1,2 \cdot (40 - 22)} = 2300 \text{ [m}^3/\text{h]}$$

V údajích výrobce Atrea taková jednotka není. Největší množství vzduchu dodává rekuperační jednotka Duplex RK5. S maximálním množstvím cirkulačního vzduchu

1400 m<sup>3</sup>/h a 440 m<sup>3</sup>/h větracího vzduchu. Tu také zvolím. Zbylé množství tepla bude dodáno otopnými tělesy a podlahovým vytápěním.

#### 4.5.2 Návrhová ztráta větráním teplovzdušnou jednotkou

$$\phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad [W]$$

kde:

$H_{V,i}$  je součinitel návrhové tepelné ztráty větráním [W/K]

$\theta_{int,i}$  výpočtová vnitřní teplota vytápěného prostoru [°C]

$\theta_e$  výpočtová venkovní teplota [°C]

Součinitel návrhové tepelné ztráty větráním:

$$H_{V,i} = \dot{V}_i \cdot \rho \cdot c_p \quad [W/K]$$

kde:

$\dot{V}$  je výměna vzduchu ve vytápěném prostoru [m<sup>3</sup>/s]

$\rho$  hustota vzduchu při  $\theta_{int,i}$  [kg/m<sup>3</sup>]

$c_p$  měrná tepelná kapacita vzduchu při  $\theta_{int,i}$  [kJ/kg.K]

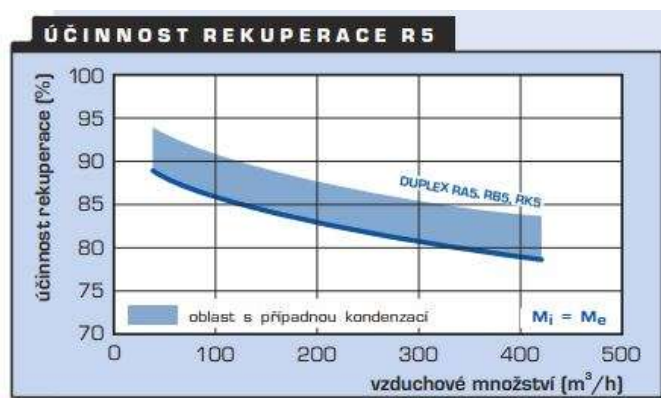
#### Celková ztráta větráním:

Zvolená jednotka Duplex RK5 je schopna dodávat až 440 m<sup>3</sup>/h čerstvého vzduchu. Z tohoto množství budu počítat tepelnou ztrátu větráním.

$$H_{V,i} = \dot{V}_i \cdot \rho \cdot c_p = \frac{440 \cdot 1015 \cdot 1,2}{3600} = 149 \quad [W/K]$$

$$\phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) = 149 \cdot (20 - (-12)) = 4768 \quad [W]$$

To by však byla ztráta bez použití rekuperačního výměníku. Účinnost výměníku ukazuje obr. 10. Takže účinnost pro maximální průtok vzduchu 440 m<sup>3</sup>/h je 77 %.



Obr. 10 Účinnost rekuperačního výměníku [3]

Skutečná celková ztráta větráním je:

$$\phi_V = \phi_{V,i} \cdot (1 - 0,77) = 4768 \cdot 0,23 = 1097 \text{ W}$$

Protože větrací vzduch bude ohříván přímo ve větrací jednotce, nebudu již tepelnou ztrátu větráním rozpočítávat do jednotlivých místností.

### 4.5.3 Tepelná ztráta větráním místností číslo 106 a 107

Místnosti číslo 106 a 107 nejsou napojeny na větrací jednotku. A větrání bude navrženo přirozené okny a garážovými vraty.

#### Minimální množství větracího vzduchu:

Minimální množství čerstvého vzduchu  $n_{min}$  bylo voleno dle normy ČSN EN 12831 tabulka D.6

pro místnost 106:

$$\dot{V}_{min,106} = n_{min} \cdot V_{106} = 0,5 \cdot 104 = 52 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_{V,106} = \dot{V}_{min,106} \cdot \rho \cdot c_p = \frac{52 \cdot 1015 \cdot 1,2}{3600} = 17,6 \text{ W/K}$$

$$\phi_{V,106} = H_{V,106} \cdot (\theta_{int,106} - \theta_e) = 17,6 \cdot (15 - (-12)) = 475 \text{ W}$$

pro místnost 107:

$$\dot{V}_{min,107} = n_{min} \cdot V_{107} = 0,5 \cdot 294 = 147 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_{V,107} = \dot{V}_{min,107} \cdot \rho \cdot c_p = \frac{147 \cdot 1015 \cdot 1,2}{3600} = 49,7 \text{ W/K}$$

$$\phi_{V,107} = H_{V,107} \cdot (\theta_{int,107} - \theta_e) = 49,7 \cdot (15 - (-12)) = 1342 \text{ W}$$

### 4.6 Celkový tepelný výkon

Tepelnou ztrátu větráním nebudu zahrnovat do ztrát jednotlivých místností. Je to z toho důvodu, že je použito teplovzdušné vytápění a tepelná ztráta větráním bude pokryta přímo v teplovzdušné jednotce. Tepelná ztráta větráním je odečtena od tepelného výkonu teplovzdušné jednotky.

Tepelná ztráta větráním větrací jednotkou je 1097 W.

Tepelná ztráta přirozeným větráním je 1817 W.

Celková tepelná ztráta celého objektu prostupem tepla je 11 829 W.

Celkový tepelný výkon je 14 743 W.



Tab. 8 - Celkový tepelný výkon

Označení místnosti	Tepelný výkon - pro tepelné ztráty prostupem	Zátopový tepelný výkon	Celkový tepelný výkon
	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{RH,i}$	$\Phi_{HL,i}$
	W	W	W
201 Dětský pokoj	447	373	820
202 Koupelna	108	109	217
203 Koupelna	180	162	342
204 Ložnice	559	475	1034
205 Chodba	667	161	828
206, 207 Obývací pokoj	650	543	1193
208 Prádelna	213	83	296
209 Pokoj pro hosty	675	410	1085
101 Kancelář	847	487	1334
102 Kuchyň	307	28	335
103 WC	—	—	—
104 Posilovna	1002	194	1196
105 Chodba	—	—	—
106 Ateliér	1120	260	viz Tab. 9
107 Garáž	1317	452	viz Tab. 9
108 Technická místnost	—	—	—

Tab. 9 - Celkový tepelný výkon pro místnosti s přirozeným větráním

Označení místnosti	Tepelný výkon - pro tepelné ztráty prostupem	Tepelný výkon - pro tepelné ztráty větráním	Zátopový tepelný výkon	Celkový tepelný výkon
	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{V,i}$	$\Phi_{RH,i}$	$\Phi_{HL,i}$
	W	W	W	W
106 Ateliér	1120	475	260	1855
107 Garáž	1317	1342	452	3111

## 5 Koncept vytápění

Vytápění hlavních obytných místností bude provedeno pouze pomocí teplovzdušného vytápění. Podružné místnosti jako například garáž budou vytápěny otopnými tělesy. Koupelny budou vytápěny podlahovým topením.

### 5.1 Teplovzdušně

Místnosti, ve kterých bude vytápěno teplým vzduchem:

201, 204, 205, 206, 207, 209, 101, 102, 104

Jejich celkový tepelný výkon je 7825 W.

Teplovzdušná jednotka musí ještě pokrýt tepelnou ztrátu větráním 1097 W.

Celkem tedy 8922 W. Teplovzdušná jednotka je schopná dodat tepelný výkon 8997 W, jak bude spočítáno v další kapitole. Tepelné ztráty pro tyto místnosti jsou tedy pokryty. A teplovzdušné vytápění tyto místnosti dokáže vytopit.

### 5.2 Podlahové topení

Koupelny jsou vytápěny podlahovým topením. Je to z důvodu, že teplovzdušné vytápění není pro koupelny vhodné. Především z toho důvodu, že vzduch z koupelen by

se neměl vracet cirkulací zpět do domu. A pro vytápění koupelen teplým vzduchem by tak bylo potřeba velké množství ohřátého vzduchu, které by se již nedalo použít a bylo by nutné jej odvést ven a to by výrazně zvyšovalo tepelnou ztrátu budovy.

### 5.3 Otopná tělesa

Otopnými tělesy budou vytápěny místnosti: 208, 106, 107

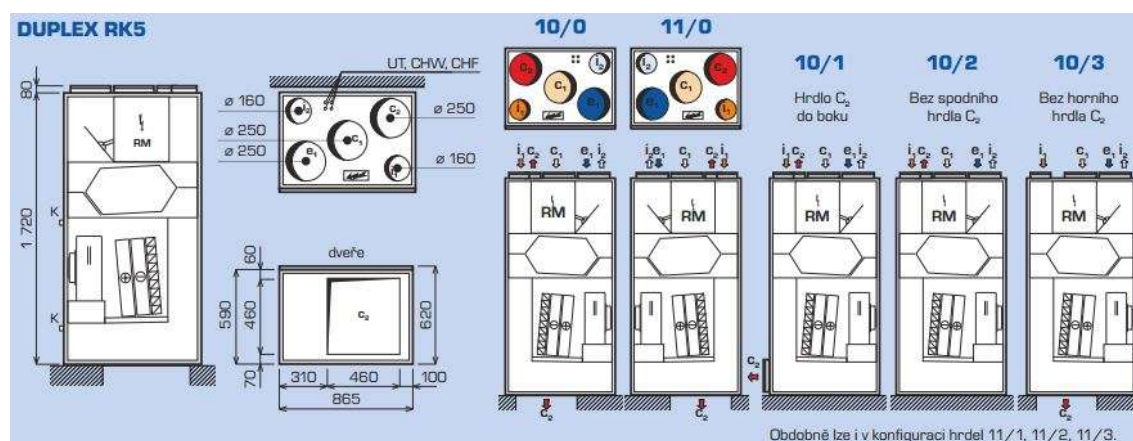
Jejich celková návrhová tepelná ztráta je 5262 W. Místnosti číslo 106 a 107 nejsou napojeny na teplovzdušnou jednotku.

## 6 Návrh teplovzdušného vytápění

Tab. 10 - Přehled tepelných výkonů pro místnosti vytápěné teplovzdušně

Označení místnosti	Celkový tepelný výkon
	$\Phi_{HL,i}$ W
201 Dětský pokoj	820
204 Ložnice	1034
205 Chodba	828
206, 207 Obývací pokoj	1193
209 Pokoj pro hosty	1085
101 Kancelář	1334
102 Kuchyň	335
104 Posilovna	1196
<b>Celkem</b>	<b>7825</b>

### 6.1 Teplovzdušná jednotka Duplex RK5



Obr. 11 - Kompaktní vzduchotechnická jednotka Duplex RK5 [3]

### Parametry [3]:

Typ: 10/0

Jmenovitý průtok cirkulačního vzduchu: 75 až 1400 m<sup>3</sup>/h

Jmenovitý průtok větracího vzduchu: 60 až 440 m<sup>3</sup>/h

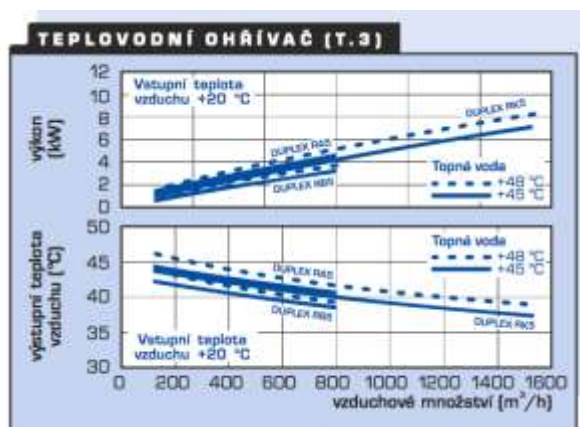
Vířivý protiproudý výměník ZZT z plastu s účinností až 91 %

Filtry G4 přívodního i odvodního vzduchu

Automaticky řízená klapka by-passu a cirkulace

Ochrana proti zamrzání rekuperačního výměníku

Aktuální cena jednotky při zpracování diplomové práce: 83 800 Kč



Obr. 12 Charakteristika ohřívače v jednotce Duplex RK5 [3]

Dle obr. 12 volím teplotu topné vody 48 °C. Tomu odpovídá výstupní teplota vzduchu  $t_p = 39$  °C.

Celkový tepelný výkon, který je schopna jednotka za těchto podmínek dodat je tedy:

$$\dot{Q} = \dot{V} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - t_i) = \frac{1400}{3600} \cdot 1014,7 \cdot 1,2 \cdot (39 - 20) = 8997 \text{ W}$$

Rychlost ve výstupním potrubí z teplovzdušné jednotky při maximálním průtoku vzduchu:

$$v = \frac{\dot{V}}{S} = \frac{1400}{\pi \cdot 0,125^2 \cdot 3600} = 7,92 \text{ m/s}$$

## 6.2 Návrh potrubní trasy

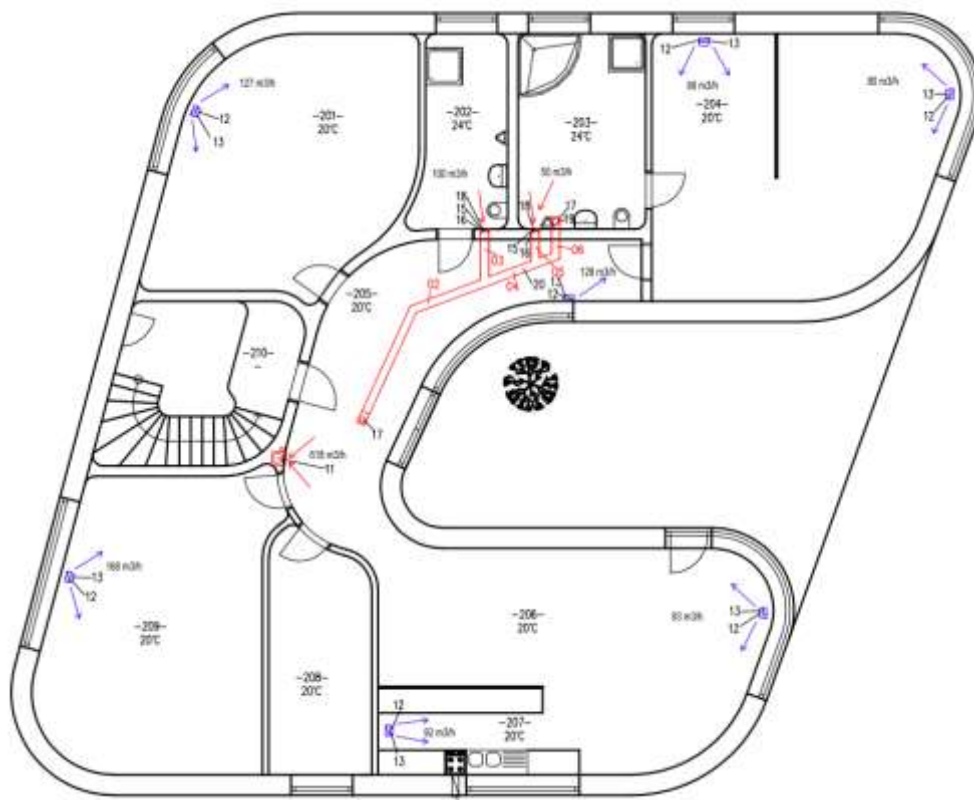
Zde uvedu použité díly pro vzduchotechnický rozvod a výkresy zapojení. V příloze je kusovník použitých dílů.

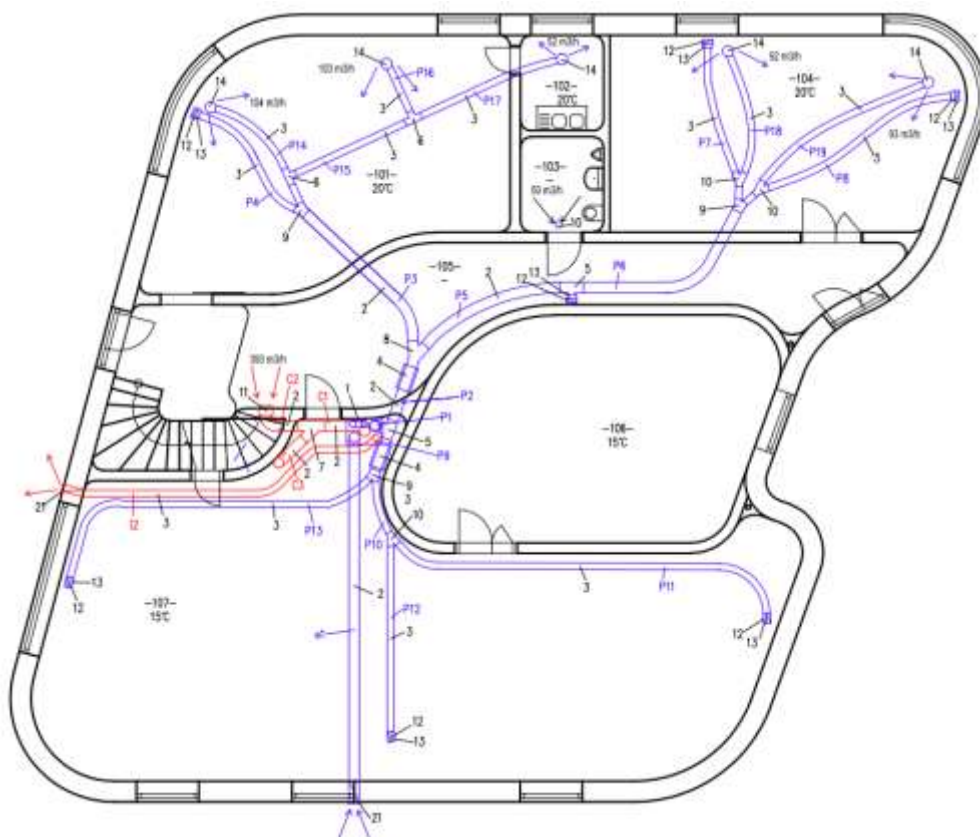
### Popis:

Hlavní část vzduchovodu přivádějící vzduch do místností je umístěná pod stropem v 1. NP. Vzduchotechnická jednotka Duplex RK5 je umístěna v místnosti číslo 107 ve středu domu. Odtud je veden vzduch kruhovým potrubím o průměru 250 mm do dvou

tlumičů hluku, aby se potlačil hluk ventilátorů. Vzduchovody se následně rozdělují a průměr potrubí se redukuje na průměr 160 mm. Vzduchovody se také dělí na přívod vzduchu do místností v prvním nadzemním podlaží, kde se vzduch přivádí od stropu pomocí anemostatů a přívod vzduchu do místností v druhém nadzemním podlaží, kde se vzduch přivádí od podlahy podlahovou mřížkou.

Odsávání vzduchu je pak dvojího druhu. Odsávání cirkulačního vzduchu, který bude opět přivedený do místností, a odpadní vzduch, který se odsává v koupelnách a tento vzduch bude odveden mimo budovu. Odpadní vzduch se odsává u stropu. Odsávání cirkulačního vzduchu je provedeno potrubím o průměru 250 mm na chodbách v prvním a druhém nadzemním podlaží.





Obr. 14 – Vzduchotechnika v 1. NP

### 6.3 Komponenty rozvodů vzduchu

#### Ohebná hadice Sonoflex MO

Je laminátová ohebná hadice s tepelnou a hlukovou izolací. Tloušťka izolace je 25 mm. Maximální rychlost vzduchu je 15 m/s. Průměr 160 mm.



Obr. 15- Ohebná hadice Sonoflex MO [4]

#### Tlumič hluku omyvatelný Atrea Ø 250 / 600 mm



Obr. 16- Tlumič hluku [5]

### **Odbočka jednostranná OBJ 90 stupňů**



Obr. 17- Odbočka jednostranná [6]

### **Odbočka jednostranná OBJ 45 stupňů**



Obr. 18- Odbočka jednostranná [7]

### **Kalhotový kus KK45 k rozbočení trasy potrubí, 45°**



Obr. 19- Kalhotový kus rozbočení trasy [8]

### **Interierová krabice pro mřížku MKI**



Obr. 20- Nasávací interiérová krabice pro cirkulační vzduch [9]

### Krabice koncová stropní boční s otvorem pro mřížku 255x100 KSB



Obr. 21- Krabice pro přívod vzduchu do 2.NP [10]

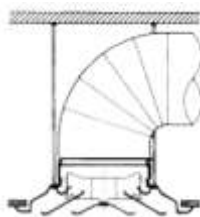
### Podlahová mřížka s regulací GD

Jedná se o plně pochůznou vyústku. Součástí je i mechanická klapka ovládaná kolečkem na straně pro regulaci průtoku vzduchu.



Obr. 22 – Podlahová mřížka s regulací [11]

### Kruhový stropní difuzor CE100 s nastavitelnými lamelami



Obr. 23 - Přívod vzduchu pro místnosti v 1.NP [12]

## 7 Aerodynamický výpočet potrubní sítě

### 7.1 Množství vzduchu

**Množství přiváděného vzduchu (cirkulační a čerstvý vzduch):**

Příklad pro místnost 201:

Výpočet potřebného množství přiváděného vzduchu. Teplota přiváděného vzduchu je uvažována 39 °C.

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}}{\rho \cdot c \cdot (t_p - t_i)} = \frac{820}{0,34 \cdot (39 - 20)} = 127 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tab. 11 – Přehled množství přiváděného vzduchu do místností

Označení místnosti	Celkový tepelný výkon	Množství přiváděného vzduchu
	$\Phi_{HL,i}$	V
	[W]	[m <sup>3</sup> /h]
201 Dětský pokoj	820	127
204 Ložnice	1034	160
205 Chodba	828	128
206, 207 Obývací pokoj	1193	185
209 Pokoj pro hosty	1085	168
101 Kancelář	1334	207
102 Kuchyň	335	52
104 Posilovna	1196	185
<b>Celkem</b>	<b>7825</b>	<b>1211</b>

#### Množství odváděného vzduchu:

Vycházím z požadavku  $V_{\min} = 25 \text{ m}^3/\text{osobu}$ . Uvažuji přítomnost osmi lidí. Takže celkem pro provozní stav, bude přívod čerstvého vzduchu 200 m<sup>3</sup>/h, nárazově až 440 m<sup>3</sup>/h.

Tab. 12 Množství odváděného vzduchu

Označení místnosti	Množství odváděného vzduchu
	V
	[m <sup>3</sup> /h]
202 Koupelna	100
203 Koupelna	50
205 Chodba	618
103 WC	50
105 Chodba	393
<b>Celkem:</b>	<b>1211</b>

## 7.2 Tlakové ztráty

Tlakové ztráty máme dvojího druhu. Tlakové ztráty třením a tlakové ztráty místními odpory. Postup výpočtu uvedeném v [13]

$$\Delta p_z = \Delta p_t + \Delta p_m \quad [\text{Pa}]$$



kde:

$\Delta p_z$  celková tlaková ztráta [Pa]

$\Delta p_t$  tlaková ztráta třením [Pa]

$\Delta p_m$  tlaková ztráta místními odpory [Pa]

#### **Tlaková ztráta třením:**

$$\Delta p_t = R \cdot l_p \quad [\text{Pa}]$$

kde:

$l_p$  délka potrubí [m]

$R$  měrná tlaková ztráta [Pa/m]

#### **Tlaková ztráta místními odpory:**

$$\Delta p_m = \sum \xi \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \rho \quad [\text{Pa}]$$

kde:

$\xi$  součinitel místních odporů [-]

$v$  rychlost vzduchu v potrubí [m/s]

$\rho$  hustota vzduchu [kg/m<sup>3</sup>], lze použít hodnotu 1,2

### **7.2.1 Příklad výpočtu pro místnost 201**

Mám dva okruhy se samostatnými ventilátory. Ventilátor pro cirkulační vzduch a ventilátor pro odsávaný odpadní vzduch z koupelen.

#### **7.2.1.1 Cirkulační větev**

Ventilátor pro cirkulační vzduch musí překonat tlakové ztráty v přívodním potrubí, v odvodném cirkulačním potrubí a v potrubí přivádějícím čerstvý vzduch z venkovního prostředí. Níže provedu výpočet tlakových ztrát pro tyto potrubí a jejich vyvážení. Tedy nastavení jednotlivých větví vzduchovodů na takovou tlakovou ztrátu, aby do každé místnosti proudilo předepsané množství vzduchu.

V Tab. 13 je celková tlaková ztráta potrubí přivádějícího vzduch do místnosti 201

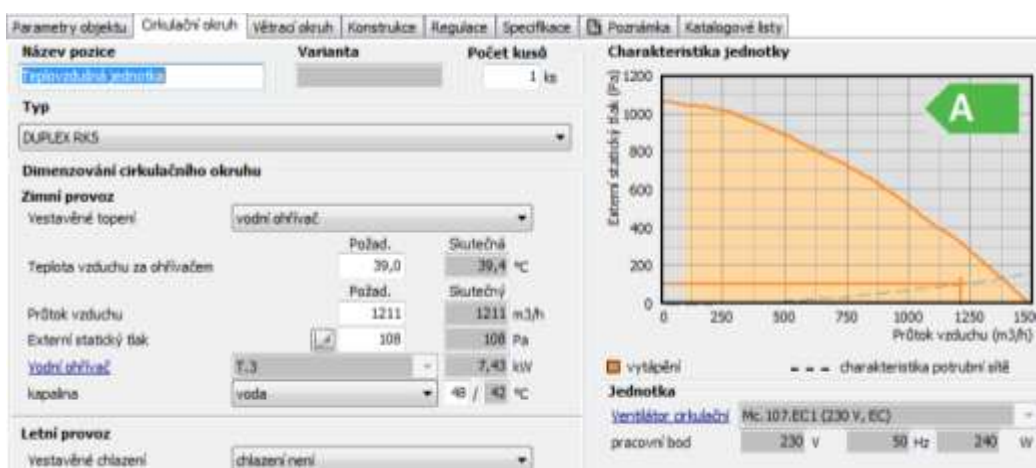
$\Delta p_z = 55$  Pa (úseky P1 až P4). K tomu je třeba přičíst tlakovou ztrátu zaregulováním vzduchovodů ve vyústce. Vyberu tedy trasu s největší tlakovou ztrátou. Ta je pro místnost 105 (pro vyústku u obloukové stěny)  $\Delta p_z = 64$  Pa. Tlaková ztráta plně otevřené vyústky pro podmínky v pokoji 105 je 3,7 Pa. Potrubí pro přívod vzduchu (úseky P1 až P4) tedy zaregulovávám na tlakovou ztrátu  $\Delta p_z = 68$  Pa.

Tab. 13 - Dimenzování potrubní sítě pro ventilátor cirkulačního vzduchu

Číslo úseku	Průtok	Průřez potrubí	Rychlost v potrubí	Ztráty třením			Místní ztráty		Ztráta v uzlu
	V	d	v	R	l	R*l	$\Sigma \xi$	Z	R*l + Z
	[ m <sup>3</sup> /h ]	[ mm ]	[ m/s ]	[ Pa/m ]	[ m ]	[ Pa ]	-	[ Pa ]	[ Pa ]
P1	1211	250	6,9	4	1	4	1,4	39,5	43,5
P2	731	250	4,1	1,3	1,5	1,95	0,3	3,1	5,0
P3	386	250	2,2	0,3	4,4	1,32	0,45	1,3	2,6
P4	127	160	1,8	0,5	4	2	1	1,8	3,8
							Celkem:		55
							Zaregulováno na:		68
C1	1011	250	5,7	2,1	2	4,2	0,5	9,8	14,0
C3	618	250	3,5	1,5	4	6	1,89	13,9	19,9
							Celkem:		34
							Zaregulováno na:		40
e1	200	250	1,1	0,3	9,8	2,94	1,3	1,0	3,9
							Celková tlaková ztráta:		108

Pro odvod cirkulačního vzduchu (úseky C1 a C2) slouží dvě vyústky v místnostech 205 a 105. Pro zajištění správného průtoku vzduchu musí mít tyto dvě větve stejnou tlakovou ztrátu. První větev pro místnost číslo 205 dle tab. 13 má tlakovou ztrátu  $\Delta p_z = 34$  Pa. Druhá větev pro místnost číslo 105 má tlakovou ztrátu  $\Delta p_z = 19$  Pa. Obě větve proto zaregulují na tlakovou ztrátu  $\Delta p_z = 40$  Pa. V tab. 13 je také uvedena tlaková ztráta na potrubí přivádějící čerstvý vzduch z venkovního prostředí (úsek e1).

Tyto tlakové ztráty sečteme, abychom věděli, jakou tlakovou ztrátu musí překonat ventilátor pro cirkulační vzduch. Tuto kontrolu provedu pomocí návrhového softwaru nabízeného firmou Atrea, do kterého se zadává externí tlaková ztráta. Vnitřní tlakové ztráty (v teplovzdušné jednotce) jsou již zahrnuty v návrhovém softwaru. Celková externí tlaková ztráta je tedy  $\Delta p_z = 108$  Pa.



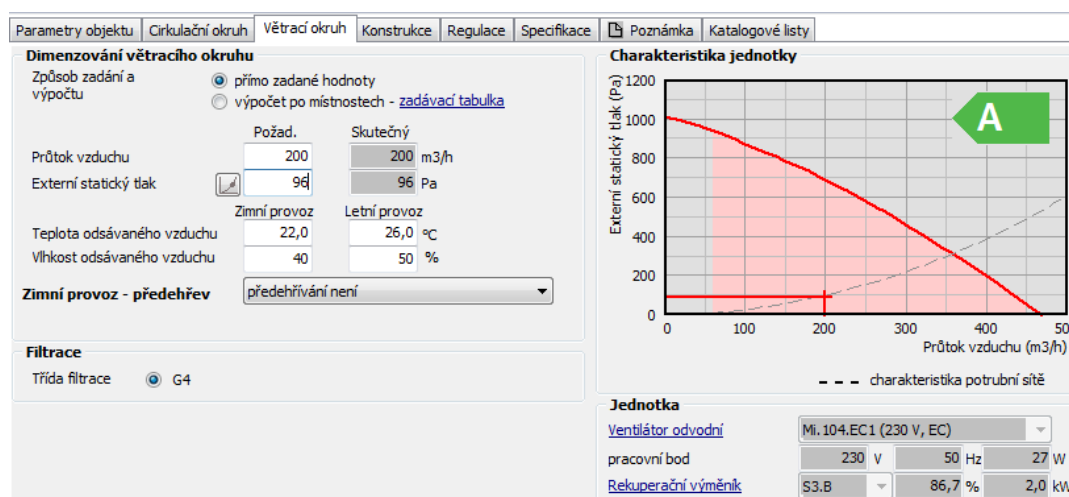
Obr. 24 - Charakteristika ventilátoru pro cirkulační vzduch [získáno pomocí návrhového softwaru firmy Atrea]

## 7.2.2 Odsávací větev

Druhý ventilátor pro odpadní vzduch musí překonat tlakovou ztrátu v odsávacím potrubí a v potrubí odvádějící vzduch mimo budovu. Postup je stejný jako v předchozí části.

Tab. 14 - Dimenzování potrubní sítě pro ventilátor odpadního vzduchu

Číslo úseku	Průtok	Průřez potrubí	Rychlost v potrubí	Ztráty třením			Místní ztráty		Ztráta v uzlu
	V [ m <sup>3</sup> /h ]	d [ mm ]	v [ m/s ]	R [ Pa/m ]	l [ m ]	R·l [ Pa ]	Σξ -	Z [ Pa ]	R·l + Z [ Pa ]
O1	200	160	2,8	4	1	4	1	4,6	8,6
O2	200	50 x 200	5,6	6	4,8	28,8	1,4	25,9	54,7
O4	100	50 x 200	2,8	1	1	1	1,4	6,5	7,5
O5	50	50 x 200	1,4	1	2,7	2,7	2	2,3	5,0
Celkem:									76
Za regulováno na:									80
i2	200	160	2,8	1	8,7	8,7	1,68	7,7	16
Celková tlaková ztráta:									96



Obr. 25 – Charakteristika ventilátoru pro odpadní vzduch [získáno pomocí návrhového softwaru firmy Atrea]

Další podklady získané z návrhového softwaru firmy Atrea:



## 8 Návrh podlahového topení

Zde bude uveden vzorový výpočet pro místnost 202. A následně i spočítané výsledky pro místnost 203. Návrh byl proveden s využitím postupu uvedeného v [14]

### Použité hodnoty pro další výpočty:

$$\alpha_p = 12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$t_i = 24 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$l = 0,15 \text{ m}$$

$$t_p = 27 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 5 \text{ }^\circ\text{C}$$

### Výpočet tepelné propustnosti nad trubkami:

$$\Lambda_a = \frac{1}{\sum \frac{a}{\lambda_a} + \frac{1}{\alpha_p}} \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$$

kde:

$a$  je tloušťka jednotlivých vrstev nad osou trubek [m]

$\lambda_a$  součinitel tepelné vodivosti jednotlivých vrstev nad osou trubek [W/(m.K)]

$\alpha_p$  součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy, doporučuje se hodnota 12 [W/(m<sup>2</sup>.K)]

Voleno z tabulky v [14] pro beton + keramická dlažba na maltu je

$$\Lambda_a = 7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

### Výpočet tepelné propustnosti pod trubkami:

$$\Lambda_b = \frac{1}{\sum \frac{b}{\lambda_b} + \frac{1}{\alpha'_p}} = \frac{1}{R_{str} + \frac{1}{\alpha'_p}} \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$$

kde:

$R_{str}$  je tepelný odpor stropní desky [(m<sup>2</sup>.K)/W]

$\alpha'_p$  součinitel přestupu tepla na spodní straně otopné plochy [W/(m<sup>2</sup>.K)]  
(obvykle se volí  $\alpha'_p = 8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ )

$$\Lambda_b = \frac{1}{\sum \frac{b}{\lambda_b} + \frac{1}{\alpha'_p}} = \frac{1}{\frac{0,01}{0,97} + \frac{0,25}{0,83} + \frac{0,075}{0,037} + \frac{1}{8}} = 0,41 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

### Charakteristické číslo podlahy:

$$m = \sqrt{\frac{2 \cdot (\Lambda_a + \Lambda_b)}{\pi^2 \cdot \lambda_d \cdot d}} \quad [\text{m}^{-1}]$$

kde

$\Lambda_a$  je tepelná propustnost vrstev nad osou trubek [W/(m<sup>2</sup>.K)]

$\Lambda_b$  tepelná propustnost vrstev pod osou trubek [W/(m<sup>2</sup>.K)]

$\lambda_d$  součinitel tepelné vodivosti materiálu, do kterého jsou trubky zality [W/(m.K)]

$d$  vnější průměr trubek [m]

Potrubí je použito plastohliník PEX-AL-PEX 16 x 2 [15]  
vnější průměr je tedy  $d = 20 \text{ mm}$ ,  $\lambda_d = 1,75 \text{ W/(m.K)}$

$$m = \sqrt{\frac{2 \cdot (\Lambda_a + \Lambda_b)}{\pi^2 \cdot \lambda_d \cdot d}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (7 + 0,41)}{\pi^2 \cdot 1,75 \cdot 0,02}} = 6,55 \quad [\text{m}^{-1}]$$

**Měrný tepelný výkon podlahové plochy:**

$$S_p = \frac{Q_c}{q} \quad [\text{m}^2]$$

$$q = \frac{Q_c}{S_p} = \frac{217}{5,7} = 38 \text{ W/m}^2$$

**Střední povrchová teplota podlahové plochy:**

$$q = \alpha_p (t_p - t_i) \quad [\text{W/m}^2]$$

$$t_p = \frac{q}{12} + t_i = \frac{38}{12} + 24 = 27,16 \text{ }^\circ\text{C}$$

**Střední teplota otopné vody:**

Pokud je po obou stranách stropu stejná teplota  $t_p = t'_i$

$$t_p - t_i = \frac{\Lambda_a}{\alpha_p} \cdot (t_m - t_i) \cdot \frac{tgh\left(m \cdot \frac{l}{2}\right)}{m \cdot \frac{l}{2}} \quad [\text{K}]$$

kde:

$t_m$  je střední teplota otopné vody [ $^\circ\text{C}$ ]

$t_i$  výpočtová vnitřní teplota [ $^\circ\text{C}$ ]

$l$  rozteč trubek [m]

$t_p$  střední povrchová teplota podlahové otopné plochy [ $^\circ\text{C}$ ]

(pro obytné místnosti  $t_p = 27$  až  $28 \text{ }^\circ\text{C}$ )

$$t_m = \frac{\alpha_p}{\Lambda_a} \cdot (t_p - t_i) \cdot \frac{m \cdot \frac{l}{2}}{tgh\left(m \cdot \frac{l}{2}\right)} + t_i = \frac{12}{7} \cdot (27,16 - 24) \cdot \frac{6,55 \cdot \frac{0,15}{2}}{tgh\left(6,55 \cdot \frac{0,15}{2}\right)} + 24$$

$$t_m = 29,8 \text{ }^\circ\text{C}$$

**Hmotnostní průtok topné vody:**

$$m = \frac{Q_c}{c \cdot \Delta t} \quad [\text{kg/s}]$$

kde:

$Q_c$  celková návrhová tepelná ztráta místnosti [W]

$c$  měrná tepelná kapacita vody  $c = 4186 \text{ J/(kg.K)}$

$\Delta t$  teplotní spád otopné vody [ $^\circ\text{C}$ ]

$$m = \frac{Q_c}{c \cdot \Delta t} = \frac{217 \cdot 3600}{4186 \cdot 5} = 37,3 \text{ kg/h}$$

### Pro místnost 203:

$$q = \frac{Q_c}{S_p} = \frac{342}{10,25} = 33,4 \text{ W/m}^2$$

$$t_p = \frac{q}{12} + t_i = \frac{33,4}{12} + 24 = 26,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_m = \frac{\alpha_p}{\Lambda_a} \cdot (t_p - t_i) \cdot \frac{m \cdot \frac{l}{2}}{t_{gh} \left( m \cdot \frac{l}{2} \right)} + t_i = \frac{12}{7} \cdot (26,8 - 24) \cdot \frac{6,55 \cdot \frac{0,15}{2}}{t_{gh} \left( 6,55 \cdot \frac{0,15}{2} \right)} + 24 = 29,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$m = \frac{Q_c}{c \cdot \Delta t} = \frac{342 \cdot 3600}{4186 \cdot 5} = 58,8 \text{ kg/h}$$

## 9 Návrh otopných těles






Otopná tělesa jsou použita v ateliéru a v garáži, protože tyto místnosti nejsou napojeny na teplovzdušnou jednotku. Důvodem je, aby se nedostávaly škodliviny do obytných místností. Dále je otopné těleso použito v místnosti 208, která bude sloužit jako místnost pro uskladnění věcí a sušení prádla. Větrání v této místnosti bude zajištěno otevíráním dveří do chodby.

Topná voda bude připravována v kondenzačním kotli. A vedena do prvního rozdělovače, na který je napojen vodní okruh teplovzdušné jednotky, a otopná tělesa pro garáž a ateliér. Druhý rozdělovač je umístěn v druhém nadzemním podlaží a je napojen na podlahové topení v obou koupelnách a místnosti číslo 208.

Tab. 15 – Místnosti vytápěné otopnými tělesy

Označení místnosti	Celkový tepelný výkon
	$\Phi_{HL,i}$
	W
208 Prádelna	296
106 Ateliér	1855
107 Garáž	3111

Použil jsem výrobky firmy Zehnder, protože se mi líbí svým vzhledem, a také proto, že vyrábějí radiátory do oblouků.

Zehnder Charleston					
					
	2-trubkový	3-trubkový	4-trubkový	5-trubkový	6-trubkový
Stavební výška mm	Stavební hloučka mm				
	62	100	136	173	210
190	2019	3019	4019	5019	6019
260	2026	3026	4026	5026	6026
300	2030	3030	4030	5030	6030
350	2035	3035	4035	5035	6035
400	2040	3040	4040	5040	6040
450	2045	3045	4045	5045	6045
500	2050	3050	4050	5050	6050
550	2055	3055	4055	5055	6055
600	2060	3060	4060	5060	6060
750	2075	3075	4075	5075	6075
900	2090	3090	4090	5090	6090
1000	2100	3100	4100	5100	6100
1100	2110	3110	4110	5110	6110
1200	2120	3120	4120	5120	6120
1500	2150	3150	4150	5150	6150
1800	2180	3180	4180	5180	6180
2000	2200	3200	4200	5200	6200
2200	2220	3220	4220	5220	6220
2500	2250	3250	4250	5250	6250
2800	2280	3280	4280	5280	6280
3000	2300	3300	4300	5300	6300

Obr. 28 Rozměry vyráběných otopných těles firmy Zehnder [16]

Nízká otopná tělesa jsou zajímavá například pro přiznané topení před prosklenými plochami, nebo vytvoření lavičky, která je zároveň topení. Nebo odkládací stolek do koupelen.



Obr. 29 Nízká otopná tělesa [17]

Tyto otopná tělesa výrobce dodává i v obloukovém provedení, jak ukazuje obr. 30. Oblouková tělesa jsou vyráběna na objednávku a jsou vyráběna podle požadavků zákazníka. Obloukové těleso je vyráběno z dílů pro rovná tělesa, poloměr je tedy libovolně volitelný. Výrobce udává omezení na minimální poloměr oblouku 400 mm u 2-trubkové, 650 mm 3-trubkové, 750 mm 4-trubkové, 900 mm 5-trubkové, 1000 mm 6-trubkové provedení.





Obr. 30 Obloukové otopné těleso [18]

## 9.1 Výběr správného typu radiátoru

Dle normy EN 442 se výkony otopných těles uvádějí následovně. V katalozích jsou uváděny normované tepelné toky, které je potřeba přepočítat na náš teplotní rozdíl.

Tepelný tok radiátorem:

$$\Phi = \Phi_S \cdot \left(\frac{\Delta T}{50}\right)^n \quad [\text{W}]$$

Logaritmický rozdíl teplot  $\Delta T$ :

$$\Delta T = \frac{t_1 - t_2}{\ln\left(\frac{t_1 - t_r}{t_2 - t_r}\right)} \quad [\text{K}]$$

kde:

$\Phi$  tepelný tok radiátorem [W]

$\Phi_S$  normovaný tepelný výkon dle EN 442 ( $\Delta T$  50K: 75/65/20 °C)

$t_1$  teplota na vstupu do radiátoru [°C]

$t_2$  teplota na výstupu z radiátoru [°C]

$t_r$  teplota v místnosti [°C]

$n$  exponent pro daný typ otopného tělesa, uvádí se v katalogu [-]

## 9.2 Vzorový výpočet pro místnost 208

Místnost 208 je prádelna s výpočtovou vnitřní teplotou 20 °C. Volím teplotní spád na otopném tělese 55/45 °C

Výpočet normovaného tepelného výkonu:

$$\Delta T = \frac{t_1 - t_2}{\ln\left(\frac{t_1 - t_r}{t_2 - t_r}\right)} = \frac{55 - 45}{\ln\left(\frac{55 - 22}{45 - 22}\right)} = 27,7 \text{ K}$$






$$\Phi_S = \frac{\Phi}{\left(\frac{\Delta T}{50}\right)^n} = \frac{296}{\left(\frac{27,7}{50}\right)^{1,25}} = 620 \text{ W}$$

Výběr vhodného radiátorů vyberu podle tab. 16. Šířka okna je 1500 mm. Otopné těleso by mělo zasahovat alespoň 80 % šířky okna, ale je lepší, pokud je přes celé okno, aby nedocházelo, ke kondenzaci vodní páry na okně.

Tab. 16 – Tabulka pro volbu velikosti otopného tělesa [16]

**zehnder charleston**

$\Phi_S$  = normovaný tepelný výkon dle EN 442 ( $\Delta T$  50K: 75/65/20 °C)

Stavební výška	mm	260				
						
Model		2026	3026	4026	5026	6026
Stavební hloubka	mm	62	100	136	173	210
Exponent	n	1,25	1,25	1,25	1,25	1,27
Max. počet článků		64	64	64	64	64
Stavební délka		$\Phi_S$	$\Phi_S$	$\Phi_S$	$\Phi_S$	$\Phi_S$
Počet článků	mm	Watt	Watt	Watt	Watt	Watt
4	184	85	112	146	181	216
5	230	106	140	183	226	270
6	276	127	168	219	271	324
7	322	148	196	256	316	378
8	368	169	224	292	361	432
9	414	190	252	329	406	486
10	460	211	279	365	451	540
11	506	233	307	402	497	594
12	552	254	335	438	542	648
13	598	275	363	475	587	702
14	644	296	391	511	632	756
15	690	317	419	548	677	810
16	736	338	447	584	722	864
17	782	359	475	621	767	918
18	828	380	503	657	812	972
19	874	401	531	694	857	1026
20	920	422	558	730	902	1080
21	966	444	586	767	948	1134
22	1012	465	614	803	993	1188
23	1058	486	642	840	1038	1242
24	1104	507	670	876	1083	1296
25	1150	528	698	913	1128	1350
26	1196	549	726	949	1173	1404
27	1242	570	754	986	1218	1458
28	1288	591	782	1022	1263	1512
29	1334	612	810	1059	1308	1566
30	1380	633	837	1095	1353	1620
31	1426	655	865	1132	1399	1674
32	1472	676	893	1168	1444	1728
33	1518	697	921	1205	1489	1782
34	1564	718	949	1241	1534	1836
35	1610	739	977	1278	1579	1890
36	1656	760	1005	1314	1624	1944
37	1702	781	1033	1351	1669	1998
38	1748	802	1061	1387	1714	2052
39	1794	823	1089	1424	1759	2106
40	1840	844	1116	1460	1804	2160

Já tedy volím otopné těleso 2026 s délkou 1380 mm, který má 30 článků. A tomu odpovídající normovaný tepelný výkon 633 W.

Pro další výpočty potřebujeme reálné tepelné výkony jednotlivých radiátorů. Ze vzorců uvedených výše plyne:

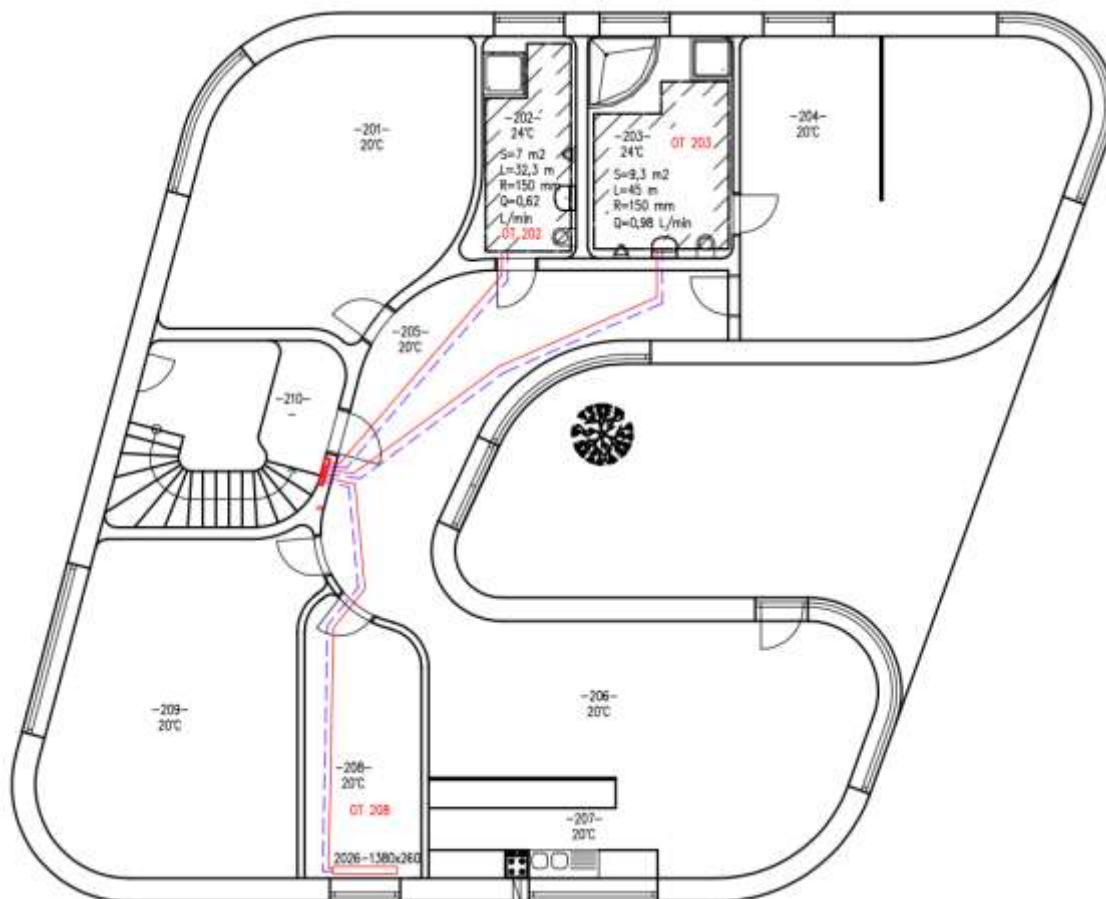
$$\Phi_{OT\ 208} = \Phi_S \cdot \left(\frac{\Delta T}{50}\right)^n = 633 \cdot \left(\frac{27,7}{50}\right)^{1,25} = 302\ W$$

Tab. 17 – Přehled použitých otopných těles

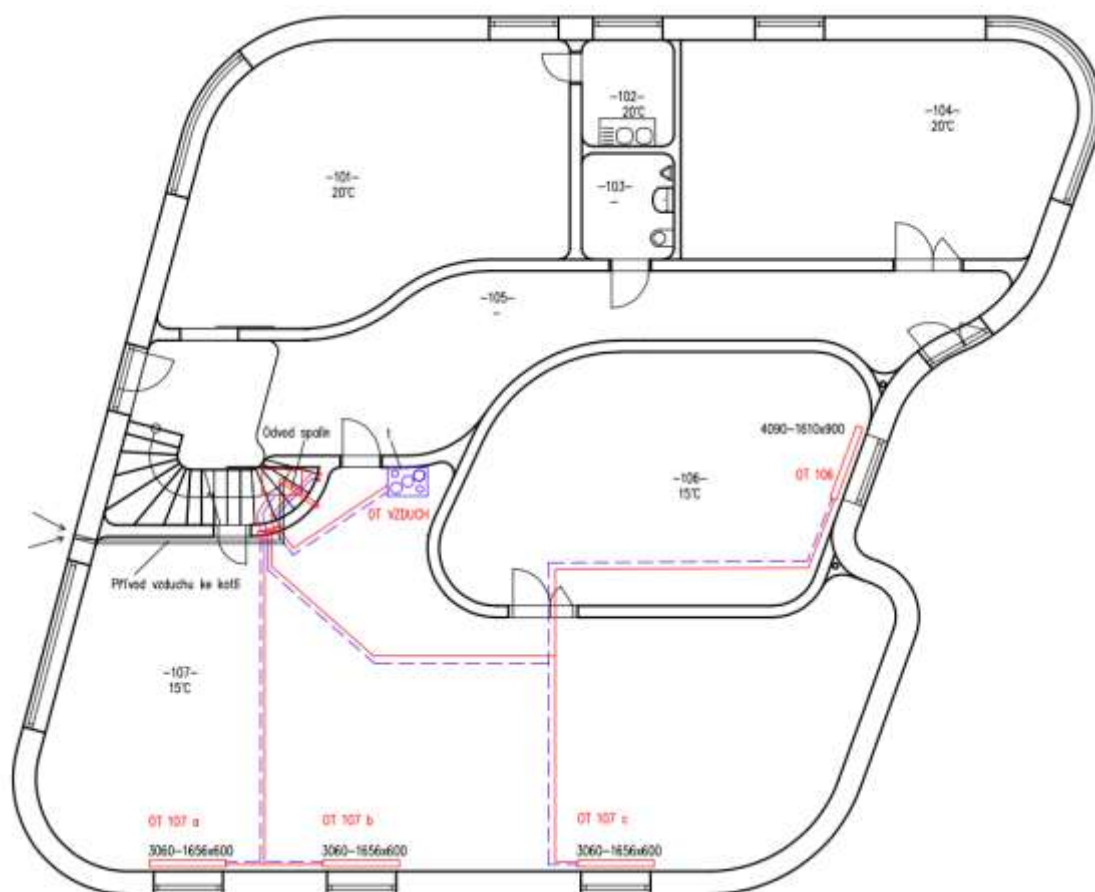
Označení místnosti	Typ	Délka OT	Výška OT	Počet článků OT	Počet kusů	Skutečný výkon OT
		mm	mm	ks	-	W
208 Prádelna	2026	1380	260	30	1	302
106 Ateliér	4090	1610	900	35	1	1873
107 Garáž	3060	1656	600	36	3	1041

## 10 Hydraulické vyvážení

Zde bude uveden vzorový výpočet hydraulických ztrát a zaregulování [14].  
Na obr. 31 a obr. 32 jsou vidět trasy potrubí.



Obr. 31 – Vodní okruh vytápění v 2. NP



Obr. 32 –Vodní okruh vytápění v 1. NP

## 10.1 Použité potrubí

Pro rozvody topné vody k jednotlivým otopným tělesům a pro podlahové vytápění volím plastohliníkové potrubí PEX-AL-PEX 16 x 2 a PEX-AL-PEX 20 x 2. Toto potrubí je vybaveno kyslíkovou bariérou o tloušťce 0,2 mm, která zabraňuje pronikání kyslíku do topení. Ten totiž způsobuje korozi materiálů v topení. Potrubí se spojuje mosaznými šroubovanými nebo lisovanými spojkami.



Obr. 33 – Použité potrubí pro topení a podlahové vytápění [19]

### PEX-AL-PEX 16 x 2:

Vnitřní průměr: 11,9 mm

Maximální tlak: 10 bar

Maximální provozní teplota: 70 °C  
Poloměr ohybu: 32 mm  
Koeficient relativní drsnosti: 0,007 mm/m  
Objem vody: 0,113 l/m  
Cena: 18 Kč/m

**PEX-AL-PEX 20 x 2 [20]:**

Vnitřní průměr: 15,9 mm  
Poloměr ohybu: 100 mm  
Objem vody: 0,201 l/m  
Cena: 28 Kč/m

**Potrubí Ivan Turatec 26 x 2:**

Vnitřní průměr: 21,9 mm  
Cena: 103 Kč/m

**Nejprve si určíme potřebný hmotnostní tok topné vody do jednotlivých otopných těles:**

$$m = \frac{Q_c}{c \cdot \Delta t} \quad [\text{kg/s}]$$

kde:

$Q_c$  celkový návrhový tepelný výkon [W]

$c$  měrná tepelná kapacita teplotnosné látky [J/(kg.K)]

$\Delta t$  ochlazení teplotnosné látky na otopném tělese [K]

Volím teplotní rozdíl 10 K.

**Výpočet rychlosti v potrubí:**

$$w = \frac{m}{\rho \cdot S} \quad [\text{m/s}]$$

kde:

$\rho$  hustota teplotnosné látky [kg/m<sup>3</sup>]

$S$  Průřez potrubí [m<sup>2</sup>]

Aby byl zajištěn požadovaný průtok topné vody v každém otopném tělese, je třeba aby jednotlivé větve potrubí měly stejnou tlakovou ztrátu. To se provádí hydraulickým vyvážením soustavy pomocí rozdělovačů a termostatických ventilů. Nejprve si tedy navrhujeme potrubní trasu viz obr. 31 a obr. 32. Pak spočítáme pro jednotlivé větve tlakové ztráty. Vzorový výpočet pro místnost 208 je v tab. 18.

Následně provedeme hydraulické vyvážení. To provádíme pomocí nastavení tlakových ztrát v rozdělovačích a termostatických ventilech. Tím přednastavíme tlakovou ztrátu, o kterou se nám zvednou celkové tlakové ztráty jednotlivých větví. V místnosti 208 je nastavení ventilu 0,25 a celková tlaková ztráta 12 975 Pa jak ukazuje tab. 18.

Tab. 18 – Tlakové ztráty pro místnost 208

číslo úseku	Q [ W ]	m [ kg/h ]	l [ m ]	d [ mm ]	w [ m/s ]	R [ Pa/m ]	R* [ Pa ]	$\Sigma \xi$ -	Z [ Pa ]	R* [ Pa ]
1	14854	1277,8	1	21,9	0,96	447,7	447,7	4	1811,9	2260
3	861	74,1	4,6	11,9	0,19	53,6	246,5	13,2	230,4	477
OT 208	302	26,0	9,4	11,9	0,07	9,0	84,2	6,5	14,0	98
OT 208 Z	302	26,0	9,4	11,9	0,07	9,0	84,2	4,5	9,7	94
3 Z	861	74,1	4,6	11,9	0,19	53,6	246,5	7,7	134,4	381
1 Z	14854	1277,8	1	21,9	0,96	447,7	447,7	6	2717,9	3166
						Tlaková ztráta [Pa]:			<b>6475</b>	
						Nastavení ventilu:			0,25	
						Tlaková ztráta ventilu [Pa]:			6500	
						<b>Celková tlaková ztráta [Pa]:</b>			<b>12975</b>	

Tab. 19 – Nastavení ventilů a rozdělovačů

Číslo pokoje	Otopné těleso	Nastavení rozdělovače	Nastavení ventilu
202	OT 202	0,5	-
203	OT 203	1	-
208	OT 208	0,37	0,25
106	OT 106	T.A.	T.A.
	OT 107 c		0,6
107	OT 107 a	3	T.A.
	OT 107 b		T.A.

## 10.2 Rozdělovač

Rozdělovač slouží pro rozvod topné vody do jednotlivých okruhů. Rozdělovač je vybaven regulační armaturou pro snadné hydraulické zaregulování jednotlivých větví topení.

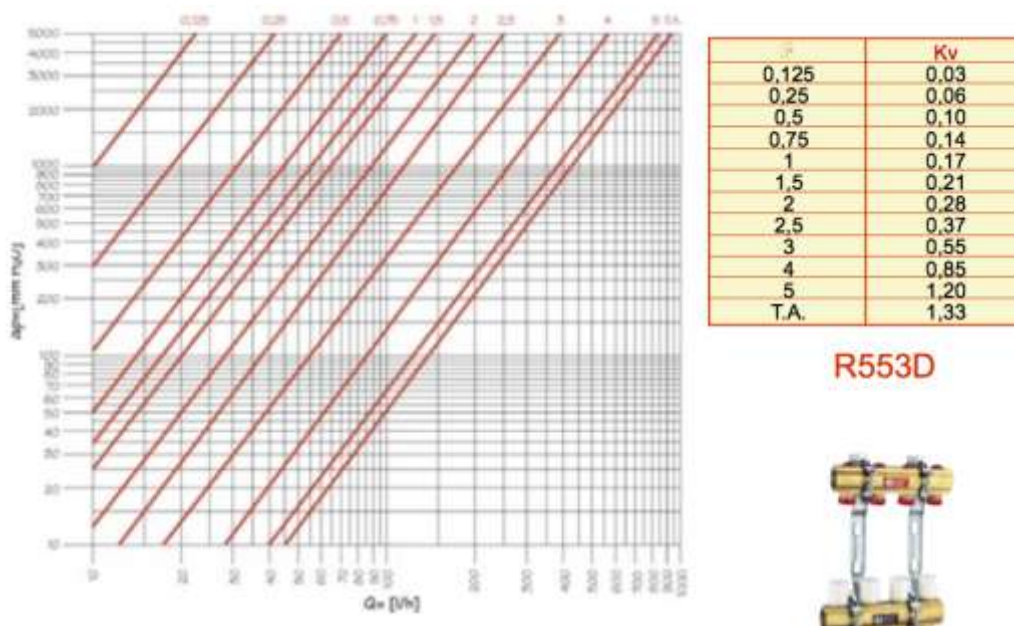


Obr. 34 – Rozdělovač [21]

Jsou použity dva rozdělovače označení:

Giacomini R553D 1" x18/4

Giacomini R553D 1" x18/3



Obr. 35 – Tlakové ztráty použitých rozdělovačů [21]

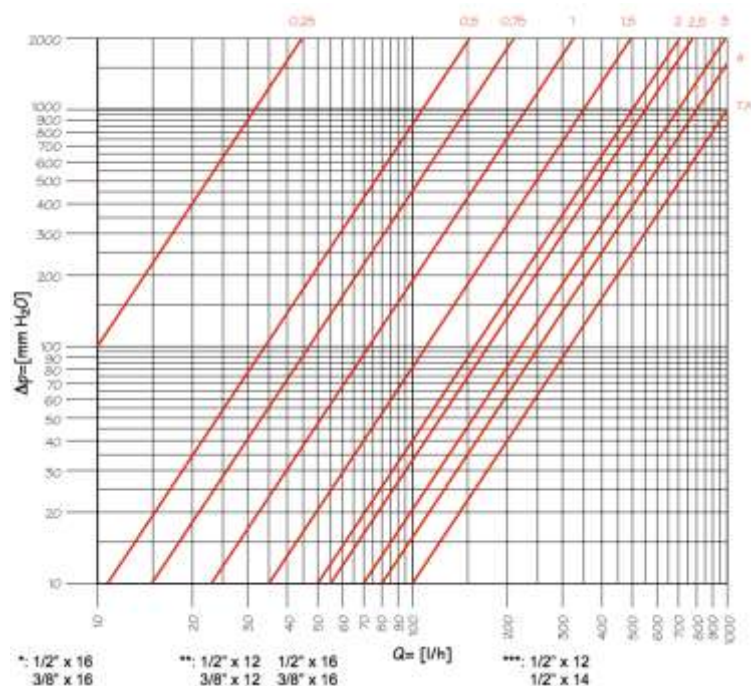
### 10.3 Termostatický ventil



Obr. 36 – Termostatický ventil pro otopná tělesa [22]

Jsou použity termostatické ventily Giacomini R14TG 1/2" s tlakovými ztrátami  
Viz obr. 37





Obr. 37 – Tlakové ztráty termostatického ventilu [22]

## 10.4 Volba kotle

Celkový tepelný výkon na pokrytí tepelných ztrát je 14 743 W  
 Volím kondenzační kotel: Thermona THERM 17 KDZ5.A [23]  
 Maximální výkon na topení je 17 kW.  
 Cena 53 119 Kč.

Má v sobě zabudovaný i zásobník teplé vody o objemu 55 l pro ohřev teplé užitkové vody. Vestavěný expanzomat pro topnou vodu o objemu 6 l a pro teplou užitkovou vodu o objemu 2 l.

### Odtah spalin:

Vertikální převýšení je 5 m. Dle obr. 38 volím potrubí o průměru 80 mm s odděleným sáním vzduchu a odtahem spalin. Jedná se o plastové potrubí určené pro kondenzační kotle s maximální teplotou spalin 120 °C. Potrubí je odolné vůči vlhkosti, proto nehrozí koroze.

Typ kotle	Ø 60/100		Ø 80/125		2 x Ø 80
	H	V	H	V	
THERM 14 KD.A, KDZ.A, KDZ5.A	10	9	20	20	20 + 20
THERM 17 KD.A, KDZ.A, KDZ5.A, KDZ10.A	4	3,7	15	15	13 + 13
THERM 24 KDN, KDCN, KDZN	6	6	11	11	11 + 11
THERM 28 KD.A, KDC.A, KDZ.A, KDZ5.A, KDZ10.A	3	2,7	14	14	12 + 12
THERM 45 KD.A	-	-	5*	5*	5 + 5

Uložení odtahu spalin: H - horizontální V - vertikální

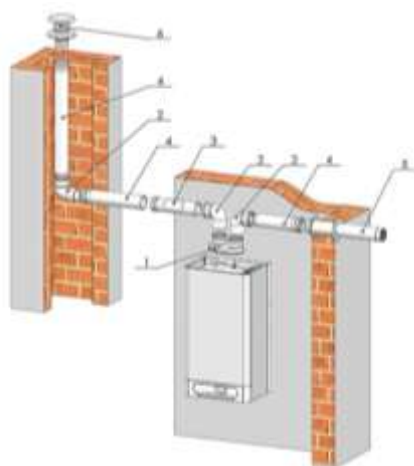
\* Při prodloužení odtahu na 10 m je nutné počítat s omezením max. výkonu kotle o 2 kW, při prodloužení na 15 m o další 2 kW!

Dle použití typu kolena v systému odkoupení je nutné počítat se zkrácením maximální délky odtahu!

Při použití 90° kolena o 0,75 m a 45° kolena o 0,50 m.

Obr. 38 – Maximální délky odtahů spalin pro kondenzační kotle [24]





Obr. 39 – Odtah spalín a sání vzduchu [24]

Tab. 20 – Kusovník dílů odtahu spalín viz Obr. 39 [24]

Název položky	Obj. číslo
1 Rozdělovač z ø 60/100 na 2x ø 80, pro 14, 17, 24 a 28 KD...	212109
1 Rozdělovač z ø 80/125 na 2x ø 80, pro 45 KD.A	27472
1 Redukční příruba z ø 80/105 na ø 80/125 pro 45 KD.A	27468
2 Vstávka s kruhovým kontrolním otvorem ø 80	211511
3 Koleno ø 80, 45°	26142
4 Koleno ø 80, 90°	26143
5 Trubka prodlužovací ø 80 - 0,5 m	24666
Trubka prodlužovací ø 80 - 1,0 m	26141
6 Trubka sací ø 80, 1 m	26435
7 Průchodka střechou šikmá, otvor ø 125 mm	28014
8 Komínek vertikální ø 80 (vnější ø 125 mm)	211258
9 Koleno ø 80, 90° s kontrolním otvorem	212755
10 Výdušná trubka ø 80, 1 m	26144
11 Komínová hlavice, ø 80	28167
Prodloužení ohebné, 1,5 m	26874
Držák do komína vč. kolena 90°	28201

## 10.5 Návrh expanzní nádoby

Expanzní nádoba slouží pro vyrovnání rozdílů objemů topné vody, způsobené objemovou roztažností vody. Počítáno podle postupu uvedeném v [25]

Objem vody v kotli je: 20 l

Objem vody v podlahovém topení je: 9 l

Objem vody v potrubí: 17 l

Celkový objem vody: 46 l

Minimální provozní tlak:  $p_{h,min} = 70 \text{ kPa}$

Dovolený provozní tlak:  $p_{h,dov} = 300 \text{ kPa}$

Poměrné zvětšení objemu vody je  $\Delta v = 0,035$

$$V_e = \frac{1,3 \cdot V \cdot \Delta v \cdot (p_{h,dov} + 1)}{p_{h,dov} - p_{h,min}} = 2,7 \text{ l}$$

Kotel má v sobě zabudovanou expanzní nádobu o objemu 6 l, takže přídatná expanzní nádoba není třeba.

## 10.6 Návrh pojistného ventilu

Pojistný ventil slouží pro snížení tlaku v okruhu v případě, že tlak překročí nejvyšší dovolený přetlak v soustavě. Postup výpočtu je uveden v [25].

Maximální provozní přetlak je 300 kPa.

Pojistný výkon je roven jmenovitému výkonu kotle  $Q_p = 17 \text{ kW}$ .

Zvolený pojistný ventil: IVAR.PV 311 1/2" FF; 3 bar [26]

Otevírací přetlak  $p_{ot} = 300 \text{ kPa}$

Výtokový součinitel  $a_w = 0,5$

Průřez sedla ventilu  $S_O = 132,7 \text{ mm}^2$

**Minimální průřez sedla ventilu:**

$$S_{omin} = \frac{2 \cdot Q_p}{a_w \cdot p_{ot}^{0,5}} = \frac{2 \cdot 17}{0,5 \cdot 300^{0,5}} = 3,9 \text{ mm}^2$$

**Minimální průměr přípojného potrubí:**

$$d_{min} = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 17^{0,5} = 12,5 \text{ mm}$$

Navržený ventil vyhovuje spočítaným hodnotám.

## 11 Závěr

Cílem diplomové práce bylo navrhnout systém vytápění a větrání pro Emotivní dům, jehož architektonické a stavební řešení provedl autor diplomové práce.

V první části diplomové práce byl proveden výpočet tepelné ztráty. A byl proveden rozbor vlivu poloměru a výplňové hmoty oblouků na součinitele prostupu tepla obloukových stěn. Celková návrhová tepelná ztráta objektu je 14 743 W.

Koncept vytápění byl zvolen v kombinaci teplovzdušného větrání, podlahového vytápění a vytápění otopnými tělesy. V obytných místnostech je použito teplovzdušné větrání, kvůli požadavku zajistit nucené větrání. Celkem je teplovzdušně pokryta tepelná ztráta 8922 W. Klíčovou součástí je vzduchotechnická jednotka Duplex RK5 umístěna v místnosti 107 ve středu domu. Odtud je veden vzduch potrubím o průměru 250 mm do dvou tlumičů hluku, aby se potlačil hluk ventilátorů. Vzduchovody se následně rozdělují a průměr potrubí se redukuje na průměr 160 mm a přivádí do jednotlivých místností. Odsávání vzduchu je pak dvojího druhu. Odsávání cirkulačního vzduchu, který je po ohřevu opět přivedený do místností. Odvod odpadního vzduchu, který se odsává v koupelnách a tento vzduch je odváděn mimo budovu. Odpadní vzduch se odsává u stropu. Odsávání cirkulačního vzduchu je provedeno na chodbách v prvním a druhém nadzemním podlaží. Přívod vzduchu do místností je proveden v 1. NP od stropu a v 2. NP u podlahy.

Koupelny jsou vytápěny podlahovým topením. Je to z toho důvodu, že teplovzdušné vytápění není pro koupelny vhodné. Především proto, že vzduch z koupelen by se neměl vracet cirkulací zpět do domu. Pro vytápění koupelen teplým vzduchem by tak bylo potřeba velké množství ohřátého vzduchu, který by se již nedal použít a bylo by nutné jej odvést ven a to by výrazně zvyšovalo tepelnou ztrátu budovy. Otopnými tělesy jsou vytápěny místnosti: 208, 106, 107. Jejich celková návrhová tepelná ztráta je 5262 W. Místnosti číslo 106 a 107 nejsou napojeny na teplovzdušnou jednotku.

Jako zdroj tepla pro vytápění je použit kondenzační kotel Thermona THERM 17 KDZ5, který slouží také pro ohřev teplé vody. Lidé se mě někdy ptají, proč je Emotivní dům takový, jaký je. Je to prostě proto, že to tak cítím, tečka.

## 12 Seznam zdrojů

- [1] <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/140-prostup-tepla-vicestruvnou-konstrukci-a-prubeh-teplot-v-konstrukci>
- [2] SZÉKYOVÁ, Marta. Větrání a klimatizace. Bratislava: Jaga, 2006. ISBN 80-8076-037-3.
- [3] Kompaktní větrací - rekuperační jednotka Duplex RK5 | Atrea Eshop - rekuperace tepla a tepelná čerpadla. Atrea Eshop - rekuperace tepla a tepelná čerpadla [online]. Copyright © [cit. 26.02.2017]. Dostupné z: <http://www.atreaeshop.cz/43549,kompaktni-ventraci-rekuperacni-jednotka-duplex-rk5.html>z: <http://www.atreaeshop.cz/43549,kompaktni-ventraci-rekuperacni-jednotka-duplex-rk5.html>
- [4] Vzduchotechnika a ventilace [online]. Copyright © [cit. 20.03.2017]. Dostupné z: <http://www.vzduchotechnika-eshop.cz/web/katalogy/32030.pdf>
- [5] Tlumič hluku omyvatelný | Koupelny VENTA - koupelny, topení, solární systémy, rekuperace. Koupelny VENTA - koupelny, topení, solární systémy, rekuperace [online]. Copyright © [cit. 20.03.2017]. Dostupné z: <http://www.koupelny-venta.cz/38520,tlumic-hluku-omyvatelny.html?id=48714>
- [6] Odbočka jednostranná OBJ 90 stupňů | Koupelny VENTA - koupelny, topení, solární systémy, rekuperace. Koupelny VENTA - koupelny, topení, solární systémy, rekuperace [online]. Copyright © [cit. 20.03.2017]. Dostupné z: <http://www.koupelny-venta.cz/28358,odbocka-jednostranna-obj-90-stupnu.html?id=31597>
- [7] Odbočka jednostranná OBJ 45 stupňů | Koupelny VENTA - koupelny, topení, solární systémy, rekuperace. Koupelny VENTA - koupelny, topení, solární systémy, rekuperace [online]. Copyright © [cit. 20.03.2017]. Dostupné z: <http://www.koupelny-venta.cz/28360,odbocka-jednostranna-obj-45-stupnu.html?id=31619>
- [8] Kalhotový kus KK45 k rozbočení trasy potrubí, 45° | Koupelny VENTA - koupelny, topení, solární systémy, rekuperace. Koupelny VENTA - koupelny, topení, solární systémy, rekuperace [online]. Copyright © [cit. 20.03.2017]. Dostupné z: <http://www.koupelny-venta.cz/48480,kalhotovy-kus-kk45-k-rozbozeni-trasy-potrubu-45.html>
- [9] Krabice mřížka interiérová KMI | Koupelny VENTA - koupelny, topení, solární systémy, rekuperace. Koupelny VENTA - koupelny, topení, solární systémy, rekuperace [online]. Copyright © [cit. 20.03.2017]. Dostupné z: <http://www.koupelny-venta.cz/28381,krabice-mrizka-interierova-kmi.html>
- [10] Krabice koncová stropní boční s otvorem pro mřížku 255x100 KSB | Koupelny VENTA - koupelny, topení, solární systémy, rekuperace. Koupelny VENTA - koupelny, topení, solární systémy, rekuperace [online]. Copyright © [cit. 20.03.2017]. Dostupné z: <http://www.koupelny-venta.cz/28374,krabice-koncova-stropni-bocni-s-otvorem-pro-mrizku-255x100-ksb.html>
- [11] Koupelny VENTA - koupelny, topení, solární systémy, rekuperace [online]. Copyright © [cit. 28.04.2017]. Dostupné z: [http://www.koupelny-venta.cz/userfiles/file/Multivac/Distribuce/podlaha\\_GD241.pdf](http://www.koupelny-venta.cz/userfiles/file/Multivac/Distribuce/podlaha_GD241.pdf)
- [12] Koupelny VENTA - koupelny, topení, solární systémy, rekuperace [online]. Copyright © [cit. 20.03.2017]. Dostupné z: [http://www.koupelny-venta.cz/userfiles/file/Multivac/Distribuce/distribuce\\_CE100%2C%20DE100.pdf](http://www.koupelny-venta.cz/userfiles/file/Multivac/Distribuce/distribuce_CE100%2C%20DE100.pdf)
- [13] SZÉKYOVÁ, Marta. Větrání a klimatizace. Bratislava: Jaga, 2006. ISBN 80-8076-037-3.
- [14] Topenářská příručka. Praha: Agentura ČSTZ, 2007. ISBN 978-80-86028-13-2.
- [15] Potrubí PEX-AL-PEX 16 x 2. Avea.cz [online]. [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: <http://www.avea.cz/potrubu-pex-al-pex-16-x-2/>

- [16] Zehnder Charleston. Zehnder. [online]. 15.11.2016 [cit. 2016-11-15]. Dostupné z: <http://www.zehnder.cz/vyrobky-a-systemy/designove-radiatory/zehnder-charleston>
- [17] Zehnder Charleston. Prestige Bathrooms 2016. [online]. 15.11.2016 [cit. 2016-11-15]. Dostupné z: <http://www.prestigebathrooms.com/ranges/zehnder>
- [18] Designové radiátory. Zehnder. [online]. 15.11.2016 [cit. 2016-11-15]. Dostupné z: <http://www.zehnder.cz/vyrobky-a-systemy/designove-radiatory/katalog>
- [19] Plastohliník potrubí, trubka pex-al-pex 16x2 | AVEA.CZ. AVEA.CZ voda - topení - plyn - sanita [online]. Copyright © 2010 [cit. 15.04.2017]. Dostupné z: <http://www.avea.cz/potrubi-pex-al-pex-16-x-2/#parametry>
- [20] Plastohliníková trubka Ivar Turatec 26 x 2 | AVEA.CZ. AVEA.CZ voda - topení - plyn - sanita [online]. Copyright © 2010 [cit. 15.04.2017]. Dostupné z: <http://www.avea.cz/potrubi-ivar-turatec-26-x-2/>
- [21] R553D. Podlahové topení, kulové kohouty a mnoho dalšího od značky GIACOMINI. [online]. Copyright © 2014 GIACOMINI CZECH, s.r.o. [cit. 19.04.2017]. Dostupné z: <https://www.giacomini.cz/r553d>
- [22] R14TG. Podlahové topení, kulové kohouty a mnoho dalšího od značky GIACOMINI. [online]. Copyright © 2014 GIACOMINI CZECH, s.r.o. [cit. 20.04.2017]. Dostupné z: <https://www.giacomini.cz/r14tg>
- [23] Thermona THERM 17 KD.A Kotel kondenzační | AKCE kazeta značkového vína | TOPENILEVNE.CZ. Topení, Voda, Plyn, Sanita, Kanalizace | TOPENILEVNE.CZ [online]. Dostupné z: <https://www.topenilevne.cz/thermona-therm-17-kd-a-p9719/>
- [24] Systém odtahu 2 x Ø 80 - Thermona. Plynové kondenzační kotle, elektrokotle a kaskádové kotelny - Thermona [online]. Copyright © 2017 Thermona, spol. s.r.o. [cit. 11.05.2017]. Dostupné z: <http://www.thermona.cz/prislusenstvi/odtahy-spalin/system-odtahu-2-x-80>
- [25] SLÁČÍK, ONDŘEJ. VĚTRÁNÍ A VYTÁPĚNÍ RODINNÉHO DOMU. Brno, 2015. Diplomová. Vedoucí práce Ing. PAVEL CHARVÁT, Ph.D.
- [26] Pojistné a bezpečnostní armatury : IVAR CS. IVAR CS : komponenty pro vodu, vytápění a plyn [online]. Copyright © IVAR CS 2001 [cit. 11.05.2017]. Dostupné z: <http://www.ivarcs.cz/cz/pojistne-a-bezpecnostni-armatury>
- [27] <http://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/21-hodnoty-soucinitelu-mistnich-ztrat-zdroje-tepla-a-zakladni-tvarovky-potrubi>

## 13 Seznam použitých symbolů

$U$	součinitel prostupu tepla	$[W/(m^2 \cdot K)]$
$R$	tepelný odpor	$[(m^2 \cdot K)/W]$
$\lambda$	součinitele tepelné vodivosti	$[W/(m \cdot K)]$
$R_{si}$	odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$[(m^2 \cdot K)/W]$
$R_{se}$	odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$[(m^2 \cdot K)/W]$
$R_i$	tepelný odpor dílčích částí	$[(m^2 \cdot K)/W]$
$d_i$	tloušťka vrstvy konstrukce	$[m]$
$\lambda_i$	součinitel tepelné vodivosti	$[W/(m \cdot K)]$
$V$	výška tvárnice	$[m]$
$b_T$	šířka tvárnice	$[m]$
$d$	délka tvárnice	$[m]$
$\lambda_v$	součinitel tepelné vodivosti výplně oblouku	$[W/(m \cdot K)]$
$\lambda_z$	součinitel tepelné vodivosti tvárnice	$[W/(m \cdot K)]$
$\lambda_{o1}, \lambda_{o2}$	součinitel tepelné vodivosti omítek na vnější a vnitřní straně	$[W/(m \cdot K)]$
$d_{o1}, d_{o2}$	tloušťky omítek na vnější a vnitřní straně	$[m]$
$\Phi_i$	celková návrhová tepelná ztráta	$[W]$
$\Phi_{T,i}$	návrhová tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru	$[W]$
$\Phi_{V,i}$	návrhová tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru	$[W]$
$\Phi_{RH,i}$	zátopový tepelný výkon	$[W]$
$H_{T,ie}$	součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí pláštěm budovy	$[W/K]$
$H_{T,iue}$	součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí nevytápěným prostorem	$[W/K]$
$H_{T,ig}$	součinitel tepelné ztráty prostupem do zeminy	$[W/K]$
$H_{T,ij}$	součinitel tepelné ztráty z vytápěného prostoru do sousední místnosti vytápěné na jinou teplotu	$[W/K]$
$A_i$	podlahová plocha místnosti	$[m^2]$
$f_{RH}$	korekční součinitel	$[-]$
$\dot{V}$	výměna vzduchu ve vytápěném prostoru	$[m^3/s]$
$\dot{Q}$	celkový tepelný výkon pro danou místnost	$[W]$
$\rho$	hustota vzduchu	$[kg/m^3]$
$t_p$	teplota přiváděného vzduchu	$[^\circ C]$
$t_i$	teplota odváděného vzduchu	$[^\circ C]$
$c$	měrná tepelná kapacita vzduchu	$[J/(kg \cdot K)]$
$\phi_{V,i}$	návrhová ztráta větráním teplovzdušnou jednotkou	$[W]$
$H_{V,i}$	součinitel návrhové tepelné ztráty větráním	$[W/K]$
$\theta_{int,i}$	výpočtová vnitřní teplota vytápěného prostoru	$[^\circ C]$
$\theta_e$	výpočtová venkovní teplota	$[^\circ C]$
$\phi_V$	skutečná celková ztráta větráním	$[W]$
$\Delta p_Z$	celková tlaková ztráta	$[Pa]$
$\Delta p_t$	tlaková ztráta třením	$[Pa]$
$\Delta p_m$	tlaková ztráta místními odpory	$[Pa]$
$l_P$	délka potrubí	$[m]$
$R$	měrná tlaková ztráta	$[Pa/m]$
$\xi$	součinitel místních odporů	$[-]$
$v$	rychlost vzduchu v potrubí	$[m/s]$

$\rho$	hustota vzduchu	[kg/m <sup>3</sup> ],
$a$	tloušťka jednotlivých vrstev nad osou trubek	[m]
$\lambda_a$	součinitel tepelné vodivosti jednotlivých vrstev nad osou trubek	[W/(m.K)]
$\alpha_p$	součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy	[W/(m <sup>2</sup> .K)]
$R_{str}$	tepelný odpor stropní desky	[(m <sup>2</sup> .K)/W]
$\alpha'_p$	součinitel přestupu tepla na spodní straně otopné plochy	[W/(m <sup>2</sup> .K)]
$m$	charakteristické číslo podlahy	[m]
$\Lambda_a$	tepelná propustnost vrstev nad osou trubek	[W/(m <sup>2</sup> .K)]
$\Lambda_b$	tepelná propustnost vrstev pod osou trubek	[W/(m <sup>2</sup> .K)]
$\lambda_d$	součinitel tepelné vodivosti materiálu, do kterého jsou trubky zality	[W/(m.K)]
$d$	vnější průměr trubek	[m]
$t_m$	střední teplota otopné vody	[°C]
$t_i$	výpočtová vnitřní teplota	[°C]
$l$	rozteč trubek	[m]
$t_p$	střední povrchová teplota podlahové otopné plochy	[°C]
$Q_C$	celková návrhová tepelná ztráta místnosti	[W]
$\Delta t$	teplotní spád otopné vody	[°C]
$\Phi$	tepelný tok radiátorem	[W]
$\Phi_S$	normovaný tepelný výkon	[W]
$t_1$	teplota vody na vstupu do radiátoru	[°C]
$t_2$	teplota vody na výstupu z radiátoru	[°C]
$t_r$	teplota v místnosti	[°C]
$n$	exponent pro daný typ otopného tělesa, uvádí se v katalogu	[-]
$p_{h,min}$	minimální provozní tlak	[kPa]
$p_{h,dov}$	dovolený provozní tlak	[kPa]
$p_{ot}$	otevírací přetlak	[kPa]
$a_w$	výtokový součinitel	[-]
$S_o$	průřez sedla ventilu	[mm <sup>2</sup> ]

## 14 Seznam příloh

P1	Výpočet součinitelů prostupu tepla
P2	Výpočet tepelné ztráty místností
P3	Teplovzdušné vytápění
P4	Otopná tělesa

### Výkresová dokumentace

1	Stavební výkres 2. NP
2	Stavební výkres 1. NP
3	Vzduchotechnika 2. NP
4	Vzduchotechnika 1. NP
5	Výkres vytápění, vodní okruh 2. NP
6	Výkres vytápění, vodní okruh 1. NP

# Příloha 1 – Výpočet součinitelů prostupu tepla

Kódy		Popis	d	□	R	U
Stavební část	Materiál		m	W/m.K	m².K/W	W/m².K
Kódy stavebních částí	Označení stavební části					
	Kód	Název vnitřní laminární vrstvy			R <sub>si</sub>	
	Kód	název materiálu	d <sub>1</sub>	□ <sub>1</sub>	R <sub>1</sub> =d <sub>1</sub> /□ <sub>1</sub>	
	....	....	....	....	....	
	Kód	název materiálu	d <sub>n</sub>	□ <sub>n</sub>	R <sub>n</sub> =d <sub>n</sub> /□ <sub>n</sub>	
	Kód	Název vnitřní laminární vrstvy			R <sub>se</sub>	
	Celková tloušťka a U <sub>k</sub>		Σd <sub>1</sub>		ΣR <sub>1</sub>	1/ΣR <sub>1</sub>
1	Vnější obvodové zdivo Heluz Family 50					
	U <sub>k</sub>		-		-	0,11
2	Vnější obvodové zdivo: Oblouk r=3m a r=2m					
	20	Odpor při přestupu na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,130	
	2	Omítka	0,003	0,970	0,003	
	14	Zdivo Heluz Family 500 mm	0,500	-	8,540	
	2	Omítka	0,003	0,970	0,003	
	21	Odpor při přestupu na vnější straně (vodorovný tepelný tok)			0,040	
	Celková tloušťka a U <sub>k</sub>		0,506		8,716	0,115
3	Vnější obvodové zdivo: Oblouk r=1,5m					
	20	Odpor při přestupu na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,130	
	2	Omítka	0,003	0,970	0,003	
	14	Zdivo Heluz Family 500 mm	0,500	-	8,460	
	2	Omítka	0,003	0,970	0,003	
	21	Odpor při přestupu na vnější straně (vodorovný tepelný tok)			0,040	
	Celková tloušťka a U <sub>k</sub>		0,506		8,636	0,116
4	Vnější obvodové zdivo: Oblouk r=1m					
	20	Odpor při přestupu na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,130	
	2	Omítka	0,003	0,970	0,003	
	14	Zdivo Heluz Family 500 mm	0,500	-	8,380	
	2	Omítka	0,003	0,970	0,003	
	21	Odpor při přestupu na vnější straně (vodorovný tepelný tok)			0,040	
	Celková tloušťka a U <sub>k</sub>		0,506		8,556	0,117
5	Vnější obvodové zdivo: Oblouk r=0,75m					
	20	Odpor při přestupu na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,130	
	2	Omítka	0,003	0,970	0,003	
	14	Zdivo Heluz Family 500 mm	0,500	-	8,300	
	2	Omítka	0,003	0,970	0,003	
	21	Odpor při přestupu na vnější straně (vodorovný tepelný tok)			0,040	
	Celková tloušťka a U <sub>k</sub>		0,506		8,476	0,118



Kódy		Popis	d	□	R	U	
Stavební část	Materiál		m	W/m.K	m².K/W	W/m².K	
6	Okna						
	Uk		-		-	0,610	
7	Venkovní dveře						
	Uk		-		-	0,670	
8	Vnitřní dveře						
	Uk		-		-	2,380	
9	Podlaha 1NP						
	23	Odpor při přestupu na vnitřní straně (tepelný tok dolů)				0,170	
	3	Mramor	0,010	3,500	0,003		
	1	Beton	0,040	1,750	0,023		
	4	Extrudovaný polystyrén	0,100	0,037	2,703		
	5	Hydroizolace	0,005	0,230	0,022		
	1	Beton	0,150	1,750	0,086		
	10	Štěrka	0,150	0,700	0,214		
	Celková tloušťka a Uk		0,455		3,220	0,311	
10	Podlaha 1NP: Garáž						
	23	Odpor při přestupu na vnitřní straně (tepelný tok dolů)				0,170	
	1	Beton	0,100	1,750	0,057		
	4	Extrudovaný polystyrén	0,050	0,037	1,351		
	5	Hydroizolace	0,005	0,230	0,022		
	1	Beton	0,150	1,750	0,086		
	10	Štěrka	0,150	0,700	0,214		
	Celková tloušťka a Uk		0,455		1,900	0,526	
11	Strop 1NP						
	23	Odpor při přestupu na vnitřní straně (tepelný tok dolů)				0,170	
	2	Omítka	0,010	0,990	0,010		
	12	Stropní konstrukce miako 190 mm	0,250	0,830	0,301		
	4	Extrudovaný polystyrén	0,100	0,037	2,703		
	6	2×OSB deska do kříže	0,036	0,130	0,277		
	7	Dřevěná podlaha	0,014	0,180	0,078		
	22	Odpor při přestupu na vnitřní straně (tepelný tok nahoru)				0,100	
	Celková tloušťka a Uk		0,410		3,639	0,275	
12	Strop pod balkonem						
	22	Odpor při přestupu na vnitřní straně (tepelný tok nahoru)				0,100	
	2	Omítka	0,010	0,990	0,010		
	13	Stropní konstrukce miako 80 mm	0,250	0,900	0,278		
	4	Extrudovaný polystyrén	0,050	0,037	1,351		
	5	Hydroizolace	0,005	0,210	0,024		
	8	Plech Al	0,001	204,0	0,000		
	9	Zemina	0,350	1,400	0,250		
	21	Odpor při přestupu na vnější straně (vodorovný tepelný tok)				0,040	
	Celková tloušťka a Uk		0,666		1,803	0,555	

Kódy		Popis	d	□	R	U
Stavební část	Materiál		m	W/m.K	m².K/W	W/m².K
13	Střecha					
	22	Odpor při přestupu na vnitřní straně (tepelný tok nahoru)			0,100	
	2	Omítka	0,010	0,990	0,010	
	12	Stropní konstrukce miako 190 mm	0,250	0,830	0,301	
	5	Hydroizolace	0,005	0,210	0,024	
	4	Extrudovaný polystyrén	0,200	0,037	5,405	
	11	Kačírek	0,050	0,700	0,071	
	21	Odpor při přestupu na vnější straně (vodorovný tepelný tok)			0,040	
	Celková tloušťka a Uk		0,510		5,952	0,168
14	Vnitřní zdivo 250mm					
	20	Odpor při přestupu na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,13	
	15	Zdivo heluz 250 mm	0,250	-	3,24	
	20	Odpor při přestupu na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,13	
	Celková tloušťka a Uk		3,500		3,50	0,29
15	Vnitřní zdivo 150mm					
	20	Odpor při přestupu na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,13	
	16	Zdivo vnitřní heluz 150 mm	0,150	-	0,54	
	20	Odpor při přestupu na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,13	
Celková tloušťka a Uk		0,150		0,80	1,25	

## Příloha 2 – Výpočet tepelné ztráty místností

### Místnost č. 201 Dětský pokoj

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>	
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K	
1	Vnější obvodové zdivo Heluz Family 50	16,13	0,11	1	1,7743	
2	Vnější stěna oblouk r=3000mm	8,83	0,115	1	1,01545	
6	Okna trojsklo	5,31	0,61	1	3,2391	
13	Střecha	33,93	0,168	1	5,70024	
Celkem stavební části		Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub> W/K			11,72909	
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	l <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>	
		W/mK	m	na jedn.	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem tepelné mosty		Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub> W/K			0	
Celkový součinitel tepelné ztráty, přímo do venkovního prostředí H <sub>T,ie</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub> +Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub> W/K						11,73
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory						
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>	
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K	
14	Vnitřní stěna se schodištěm	12,9	0,29	0,6	2,2446	
Celkem stavební části		A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub> W/K			2,2446	
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	l <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>	
		W/mK	m	na jedn.	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem tepelné mosty		Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub> W/K			0	
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory H <sub>T,iue</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub> W/K						2,24
Tepelné ztráty zeminou						
Výpočet B'		A <sub>g</sub>	P	B'=2·A <sub>g</sub> /P		
		m <sup>2</sup>	m	m		
		-	-	-	-	
Kód	Stavební část	U <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>equiv,k</sub>	
		W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup>	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem ekvivalentní části		Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>equiv,k</sub> W/K			0	
Korekční činitelé		f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> ·f <sub>g2</sub> ·G <sub>w</sub>	
		na jedn.	na jedn.	na jedn.	na jedn.	
		-	-	-	-	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou HT,ig=(Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>equiv,k</sub> )·f <sub>g1</sub> ·f <sub>g2</sub> ·G <sub>w</sub> W/K						0
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na jinou teplotu						
Kód	Stavební část	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub> ·A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub>	
		na jedn.	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/K	
		-	-	-	-	
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami H <sub>T,ij</sub> = Σ <sub>k</sub> f <sub>ij</sub> ·A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> W/K						0
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem HT,i=H <sub>T,ie</sub> +H <sub>T,iue</sub> +H <sub>T,ig</sub> +H <sub>T,ij</sub> W/K						13,97
Teplotní údaje						
Výpočtová venkovní teplota			θ <sub>e</sub>	°C	-12	
Výpočtová vnitřní teplota			θ <sub>int,i</sub>	°C	20	
Výpočtový teplotní rozdíl			θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub>	°C	32	
Návrhová tepelná ztráta prostupem Θ <sub>T,i</sub> =HT,i*(Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub> ) W						447

### Místnost č. 202 Koupelna

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>		
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K		
1	Vnější stěna rovná část	5,85	0,11	1	0,6435		
6	Okna trojsklo	0,75	0,61	1	0,4575		
13	Střecha	9,87	0,168	1	1,65816		
Celkem stavební části				Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>	W/K	2,75916	
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	l <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>		
		W/mK	m	na jedn.	W/K		
		-	-	-	-		
Celkem tepelné mosty				Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>	W/K	0	
Celkový součinitel tepelné ztráty, přímo do venkovního prostředí				H <sub>T,ie</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub> +Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>	W/K	2,76	
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory							
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>		
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K		
		-	-	-	-		
Celkem stavební části				A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>	W/K		0
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	l <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>		
		W/mK	m	na jedn.	W/K		
		-	-	-	-		
Celkem tepelné mosty				Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>	W/K		0
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory				H <sub>T,iue</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>	W/K		0
Tepelné ztráty zeminou							
Výpočet B'		A <sub>g</sub>	P	B'=2·A <sub>g</sub> /P			
		m <sup>2</sup>	m	m			
		-	-	-	-		
Kód	Stavební část	U <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>equiv,k</sub>		
		W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup>	W/K		
		-	-	-	-		
Celkem ekvivalentní části				Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>equiv,k</sub>	W/K	0	
Korekční činitelé		f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>W</sub>	f <sub>g1</sub> ·f <sub>g2</sub> ·G <sub>W</sub>		
		na jedn.	na jedn.	na jedn.	na jedn.		
		-	-	-	-		
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou				H <sub>T,ig</sub> =(Σ <sub>k</sub> ·A <sub>k</sub> ·U <sub>equiv,k</sub> )·f <sub>g1</sub> ·f <sub>g2</sub> ·G <sub>W</sub>	W/K	0	
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na jinou teplotu							
Kód	Stavební část	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub> ·A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub>		
		na jedn.	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/K		
14	Vnitřní stěna koupelna	0,06	14,1	0,29	0,24534		
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami				H <sub>T,ij</sub> = Σ <sub>k</sub> f <sub>ij</sub> ·A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub>	W/K	0,25	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem				H <sub>T,i</sub> =H <sub>T,ie</sub> +H <sub>T,iue</sub> +H <sub>T,ig</sub> +H <sub>T,ij</sub>	W/K	3,00	
Teplotní údaje							
Výpočtová venkovní teplota			θ <sub>e</sub>	°C	-12		
Výpočtová vnitřní teplota			θ <sub>int,i</sub>	°C	24		
Výpočtový teplotní rozdíl			θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub>	°C	36		
Návrhová tepelná ztráty prostupem				Θ <sub>T,i</sub> =H <sub>T,i</sub> ·(θ <sub>int,i</sub> -θ <sub>e</sub> )	W	108	

### Místnost č. 203 Koupelna

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>	
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K	
1	Vnější stěna rovná část	9,15	0,11	1	1,0065	
6	Okna trojsklo	0,75	0,61	1	0,4575	
13	Střecha	14,67	0,168	1	2,46456	
Celkem stavební části		Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>			W/K	3,92856
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	l <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>	
		W/mK	m	na jedn.	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem tepelné mosty		Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>			W/K	0
Celkový součinitel tepelné ztráty, přímo do venkovního prostředí H <sub>T,ie</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub> +Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>						W/K
						3,92856
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory						
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>	
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem stavební části		A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>			W/K	0
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	l <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>	
		W/mK	m	na jedn.	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem tepelné mosty		Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>			W/K	0
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory H <sub>T,iue</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>						W/K
						0
Tepelné ztráty zeminou						
Výpočet B'		A <sub>g</sub>	P	B'=2·A <sub>g</sub> /P		
		m <sup>2</sup>	m	m		
		-	-	-	-	
Kód	Stavební část	U <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>equiv,k</sub>	
		W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup>	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem ekvivalentní části		Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>equiv,k</sub>			W/K	0
Korekční činitelé		f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>W</sub>	f <sub>g1</sub> ·f <sub>g2</sub> ·G <sub>W</sub>	
		na jedn.	na jedn.	na jedn.	na jedn.	
		-	-	-	-	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou HT,ig=(Σ <sub>k</sub> ·A <sub>k</sub> ·U <sub>equiv,k</sub> )·f <sub>g1</sub> ·f <sub>g2</sub> ·G <sub>W</sub>						W/K
						0
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na jinou teplotu						
Kód	Stavební část	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub> ·A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub>	
		na jedn.	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/K	
15	Vnitřní stěna koupelna	0,06	14,1	1,25	1,0575	
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami H <sub>T,ij</sub> = Σ <sub>k</sub> f <sub>ij</sub> ·A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub>						W/K
						1,06
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem HT,i=H <sub>T,ie</sub> +H <sub>T,iue</sub> +H <sub>T,ig</sub> +H <sub>T,ij</sub>						W/K
						4,99
Teplotní údaje						
Výpočtová venkovní teplota			θ <sub>e</sub>	°C	-12	
Výpočtová vnitřní teplota			θ <sub>int,i</sub>	°C	24	
Výpočtový teplotní rozdíl			θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub>	°C	36	
Návrhová tepelná ztráty prostupem Θ <sub>T,i</sub> =HT,i*(Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub> )						W
						180

# Místnost č. 204 Ložnice

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>		
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K		
1	Vnější stěna rovná část	31,74	0,11	1	3,4914		
3	Vnější stěna oblouk r=1500mm	3,66	0,116	1			
2	Vnější stěna oblouk r=3000mm	11	0,115	1			
6	Okna trojsklo	11	0,61	1	6,71		
13	Střecha	43,19	0,168	1	7,25592		
Celkem stavební části		Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>			W/K	17,45732	
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	I <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	Ψ <sub>k</sub> •I <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>		
		W/mK	m	na jedn.	W/K		
		-	-	-	-		
Celkem tepelné mosty		Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> •I <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>			W/K	0	
Celkový součinitel tepelné ztráty, přímo do venkovního prostředí H <sub>T,ie</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •e <sub>k</sub> +Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> •I <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>						W/K	17,46
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory							
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>		
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K		
		-	-	-	-		
Celkem stavební části		A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>			W/K	0	
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	I <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	Ψ <sub>k</sub> •I <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>		
		W/mK	m	na jedn.	W/K		
		-	-	-	-		
Celkem tepelné mosty		Ψ <sub>k</sub> •I <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>			W/K	0	
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory H <sub>T,iue</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>						W/K	0
Tepelné ztráty zeminou							
Výpočet B'		A <sub>g</sub>	P	B'=2•A <sub>g</sub> /P			
		m <sup>2</sup>	m	m			
		-	-	-	-		
Kód	Stavební část	U <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> •U <sub>equiv,k</sub>		
		W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup>	W/K		
		-	-	-	-		
Celkem ekvivalentní části		Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> •U <sub>equiv,k</sub>			W/K	0	
Korekční činitelé		f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>W</sub>	f <sub>g1</sub> •f <sub>g2</sub> •G <sub>W</sub>		
		na jedn.	na jedn.	na jedn.	na jedn.		
		-	-	-	-		
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou H <sub>T,ig</sub> ={Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> •U <sub>equiv,k</sub> }•f <sub>g1</sub> •f <sub>g2</sub> •G <sub>W</sub>						W/K	0
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na jinou teplotu							
Kód	Stavební část	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub> •A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub>		
		na jedn.	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/K		
		-	-	-	-		
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami H <sub>T,ij</sub> = Σ <sub>k</sub> f <sub>ij</sub> •A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub>						W/K	0
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem H <sub>T,i</sub> =H <sub>T,ie</sub> +H <sub>T,iue</sub> +H <sub>T,ig</sub> +H <sub>T,ij</sub>						W/K	17,46
Teplotní údaje							
Výpočtová venkovní teplota			θ <sub>e</sub>	°C	-12		
Výpočtová vnitřní teplota			θ <sub>int,i</sub>	°C	20		
Výpočtový teplotní rozdíl			θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub>	°C	32		
Návrhová tepelná ztráta prostupem				Θ <sub>T,i</sub> =H <sub>T,i</sub> •(θ <sub>int,i</sub> -θ <sub>e</sub> )		W	559

### Místnost č. 205 Chodba

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>	
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K	
1	Vnější stěna rovná část	7,73	0,11	1	0,8503	
4	Vnější stěna oblouk r=1000mm	3	0,117	1	0,351	
2	Vnější stěna oblouk r=3000mm	5,1	0,115	1	0,5865	
6	Okna trojsklo	0,75	0,61	1	0,4575	
13	Střecha	26,96	0,168	1	4,52928	
7	Balkonové dveře	4	0,670	1	2,68	
Celkem stavební části		Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>		W/K	9,45458	
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	l <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	Ψ <sub>k</sub> •l <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>	
		W/mK	m	na jedn.	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem tepelné mosty		Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> •l <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>		W/K	0	
Celkový součinitel tepelné ztráty, přímo do venkovního prostředí H <sub>T,ie</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •e <sub>k</sub> +Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> •l <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>					W/K	9,45
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory						
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>	
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K	
14	Vnitřní stěna se schodištěm	10,5	0,29	0,6	11,39	
7	Dveře	1,6	0,8	0,6	3	
Celkem stavební části		Ak*Uk*bU		W/K	11,39	
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	l <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	Ψ <sub>k</sub> •l <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>	
		W/mK	m	na jedn.	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem tepelné mosty		Ψk•lk•bU		W/K	0	
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory H <sub>T,iue</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>					W/K	11,39
Tepelné ztráty zeminou						
Výpočet B'		A <sub>g</sub>	P	B'=2.A <sub>g</sub> /P		
		m <sup>2</sup>	m	m		
		-	-	-	-	
Kód	Stavební část	U <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> •U <sub>equiv,k</sub>	
		W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup>	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem ekvivalentní části		Σk Ak.Uequiv,k		W/K	0	
Korekční činitelé		f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> •f <sub>g2</sub> •G <sub>w</sub>	
		na jedn.	na jedn.	na jedn.	na jedn.	
		-	-	-	-	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou HT,ig={Σk.Ak•Uequiv,k}.f <sub>g1</sub> .f <sub>g2</sub> •G <sub>w</sub>					W/K	0
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na jinou teplotu						
Kód	Stavební část	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub> •A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub>	
		na jedn.	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/K	
		-	-	-	-	
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami H <sub>T,ij</sub> = Σ <sub>k</sub> f <sub>ij</sub> •A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub>					W/K	0
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem HT,i=H <sub>T,ie</sub> +H <sub>T,iue</sub> +H <sub>T,ig</sub> +H <sub>T,ij</sub>					W/K	20,84
Teplotní údaje						
Výpočtová venkovní teplota			θ <sub>e</sub>	°C	-12	
Výpočtová vnitřní teplota			θ <sub>int,i</sub>	°C	20	
Výpočtový teplotní rozdíl			θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub>	°C	32	
Návrhová tepelná ztráta prostupem Θ <sub>T,i</sub> =HT,i*(θ <sub>int,i</sub> -θ <sub>e</sub> )					W	667

### Místnost č. 206 Obývací pokoj a 207 Kuchyň

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>	
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K	
1	Vnější stěna rovná část	7,79	0,11	1	0,8569	
4	Vnější stěna oblouk r=1000mm	3	0,117	1	0,351	
3	Vnější stěna oblouk r=1500mm	4,32	0,116	1	0,50112	
2	Vnější stěna oblouk r=3000mm	11	0,115	1	1,265	
6	Okna trojsklo	12,3	0,61	1	7,503	
13	Střecha	39,51	0,168	1	6,63768	
7	Balkonové dveře	2,25	0,670	1	1,5075	
Celkem stavební části		Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>		W/K	18,6222	
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	l <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>	
		W/mK	m	na jedn.	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem tepelné mosty		Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>		W/K	0	
Celkový součinitel tepelné ztráty, přímo do venkovního prostředí H <sub>T,ie</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub> +Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>					W/K	9,45
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory						
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>	
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K	
11	Strop 1NP	49,4	0,275	0,8	10,868	
Celkem stavební části		A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>		W/K	0	
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	l <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>	
		W/mK	m	na jedn.	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem tepelné mosty		Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>		W/K	0	
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory H <sub>T,iue</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>					W/K	10,87
Tepelné ztráty zeminou						
Výpočet B'		A <sub>g</sub>	P	B'=2·A <sub>g</sub> /P		
		m <sup>2</sup>	m	m		
		-	-	-	-	
Kód	Stavební část	U <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>equiv,k</sub>	
		W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup>	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem ekvivalentní části		Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>equiv,k</sub>		W/K	0	
Korekční činitelé		f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> ·f <sub>g2</sub> ·G <sub>w</sub>	
		na jedn.	na jedn.	na jedn.	na jedn.	
		-	-	-	-	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou HT,ig={Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>equiv,k</sub> }.f <sub>g1</sub> ·f <sub>g2</sub> ·G <sub>w</sub>					W/K	0
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na jinou teplotu						
Kód	Stavební část	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub> ·A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub>	
		na jedn.	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/K	
		-	-	-	-	
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami H <sub>T,ij</sub> = Σ <sub>k</sub> f <sub>ij</sub> ·A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub>			W/K		0	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem HT,i=H <sub>T,ie</sub> +H <sub>T,iue</sub> +H <sub>T,ig</sub> +H <sub>T,ij</sub>					W/K	20,32
Teplotní údaje						
Výpočtová venkovní teplota			θ <sub>e</sub>	°C	-12	
Výpočtová vnitřní teplota			θ <sub>int,i</sub>	°C	20	
Výpočtový teplotní rozdíl			θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub>	°C	32	
Návrhová tepelná ztráta prostupem Θ <sub>T,i</sub> =HT,i*(θ <sub>int,i</sub> -θ <sub>e</sub> )					W	650



### Místnost č. 208 Prádelna

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>		
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K		
1	Vnější stěna rovná část	7,2	0,11	1	0,792		
6	Okna trojsklo	0,75	0,61	1	0,4575		
13	Střecha	13,89	0,168	1	2,33352		
Celkem stavební části		Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>			W/K	3,58302	
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	l <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>		
		W/mK	m	na jedn.	W/K		
		-	-	-	-		
Celkem tepelné mosty		Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>			W/K	0	
Celkový součinitel tepelné ztráty, přímo do venkovního prostředí					H <sub>T,ie</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub> +Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>	W/K	3,58
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory							
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>		
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K		
11	Strop 1NP	13,9	0,275	0,8	3,058		
Celkem stavební části		A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>			W/K	3,058	
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	l <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>		
		W/mK	m	na jedn.	W/K		
		-	-	-	-		
Celkem tepelné mosty		Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>			W/K	0	
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					H <sub>T,iue</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>	W/K	3,06
Tepelné ztráty zeminou							
Výpočet B'		A <sub>g</sub>	P	B'=2·A <sub>g</sub> /P			
		m <sup>2</sup>	m	m			
		-	-	-	-		
Kód	Stavební část	U <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>equiv,k</sub>		
		W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup>	W/K		
		-	-	-	-		
Celkem ekvivalentní části		Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>equiv,k</sub>			W/K	0	
Korekční činitelé		f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>W</sub>	f <sub>g1</sub> ·f <sub>g2</sub> ·G <sub>W</sub>		
		na jedn.	na jedn.	na jedn.	na jedn.		
		-	-	-	-		
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou					HT,ig=(Σ <sub>k</sub> ·A <sub>k</sub> ·U <sub>equiv,k</sub> )·f <sub>g1</sub> ·f <sub>g2</sub> ·G <sub>W</sub>	W/K	0
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na jinou teplotu							
Kód	Stavební část	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub> ·A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub>		
		na jedn.	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/K		
		-	-	-	-		
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami					H <sub>T,ij</sub> = Σ <sub>k</sub> f <sub>ij</sub> ·A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub>	W/K	0
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem					HT,i=H <sub>T,ie</sub> +H <sub>T,iue</sub> +H <sub>T,ig</sub> +H <sub>T,ij</sub>	W/K	6,64
Teplotní údaje							
Výpočtová venkovní teplota			θ <sub>e</sub>	°C	-12		
Výpočtová vnitřní teplota			θ <sub>int,i</sub>	°C	20		
Výpočtový teplotní rozdíl			θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub>	°C	32		
Návrhová tepelná ztráty prostupem				Θ <sub>T,i</sub> =HT,i*(Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub> )	W	213	

### Místnost č. 209 Pokoj pro hosty

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>		
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K		
	Vnější stěna rovná část	20,7	0,11	1	2,277		
	Vnější stěna oblouk r=2000mm	11	0,115	1	1,265		
	Okna trojsklo	5,6	0,61	1	3,416		
	Střecha	37,25	0,168	1	6,258		
Celkem stavební části		Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>		W/K	13,216		
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	l <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	Ψ <sub>k</sub> •l <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>		
		W/mK	m	na jedn.	W/K		
		-	-	-	-		
Celkem tepelné mosty		Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> •l <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>		W/K	0		
Celkový součinitel tepelné ztráty, přímo do venkovního prostředí				H <sub>T,ie</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •e <sub>k</sub> +Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> •l <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>		W/K	13,22
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory							
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>		
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K		
11	Strop 1NP	37,3	0,275	0,8	8,206		
Celkem stavební části		A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>		W/K	8,206		
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	l <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	Ψ <sub>k</sub> •l <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>		
		W/mK	m	na jedn.	W/K		
		-	-	-	-		
Celkem tepelné mosty		Ψ <sub>k</sub> •l <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>		W/K	0		
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory				H <sub>T,iue</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>		W/K	8,21
Tepelné ztráty zeminou							
Výpočet B'		A <sub>g</sub>	P	B'=2.A <sub>g</sub> /P			
		m <sup>2</sup>	m	m			
		-	-	-	-		
Kód	Stavební část	U <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> •U <sub>equiv,k</sub>		
		W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup>	W/K		
		-	-	-	-		
Celkem ekvivalentní části		Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> .U <sub>equiv,k</sub>		W/K	0		
Korekční činitelé		f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> •f <sub>g2</sub> •G <sub>w</sub>		
		na jedn.	na jedn.	na jedn.	na jedn.		
		-	-	-	-		
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou				H <sub>T,ig</sub> =(Σ <sub>k</sub> .A <sub>k</sub> •U <sub>equiv,k</sub> ).f <sub>g1</sub> .f <sub>g2</sub> •G <sub>w</sub>		W/K	0
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na jinou teplotu							
Kód	Stavební část	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub> •A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub>		
		na jedn.	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/K		
		-	-	-	-		
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami				H <sub>T,ij</sub> = Σ <sub>k</sub> f <sub>ij</sub> •A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub>		W/K	0
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem				H <sub>T,i</sub> =H <sub>T,ie</sub> +H <sub>T,iue</sub> +H <sub>T,ig</sub> +H <sub>T,ij</sub>		W/K	21,09
Teplotní údaje							
Výpočtová venkovní teplota			θ <sub>e</sub>	°C	-12		
Výpočtová vnitřní teplota			θ <sub>int,i</sub>	°C	20		
Výpočtový teplotní rozdíl			θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub>	°C	32		
Návrhová tepelná ztráta prostupem				Θ <sub>T,i</sub> =H <sub>T,i</sub> •(θ <sub>int,i</sub> -θ <sub>e</sub> )		W	675

# Místnost č. 101 Kancelář

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>	
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K	
1	Vnější stěna rovná část	24	0,11	1	2,64	
2	Vnější stěna oblouk r=3000mm	8,7	0,115	1	1,0005	
6	Okna trojsklo	7	0,61	1	4,27	
Celkem stavební části		Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>		W/K		7,9105
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	l <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	Ψ <sub>k</sub> •l <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>	
		W/mK	m	na jedn.	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem tepelné mosty		Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> •l <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>		W/K		0
Celkový součinitel tepelné ztráty, přímo do venkovního prostředí H <sub>T,ie</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •e <sub>k</sub> +Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> •l <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>					W/K	7,91
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory						
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>	
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K	
14	Vnitřní stěna se schodištěm	10	0,29	0,6	1,74	
15	Vnitřní stěna se záchodem	6,9	1,25	0,6	8,75	
8	Vnitřní dveře	2,5	2,38	0,6	3,57	
Celkem stavební části		A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>		W/K		14,06
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	l <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	Ψ <sub>k</sub> •l <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>	
		W/mK	m	na jedn.	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem tepelné mosty		Ψ <sub>k</sub> •l <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>		W/K		0
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory H <sub>T,iue</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>					W/K	14,06
Tepelné ztráty zeminou						
Výpočet B'		A <sub>g</sub>	P	B'=2. A <sub>g</sub> /P		
		m <sup>2</sup>	m	m		
		44,33	26,2	3,383969466		
Kód	Stavební část	U <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> •U <sub>equiv,k</sub>	
		W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup>	W/K	
9	Podlaha	0,31	0,17	33,93	5,7681	
Celkem ekvivalentní části		Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> .U <sub>equiv,k</sub>		W/K		5,7681
Korekční činitelé		f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>W</sub>	f <sub>g1</sub> •f <sub>g2</sub> •G <sub>W</sub>	
		na jedn.	na jedn.	na jedn.	na jedn.	
		1,45	0,54	1	0,783	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou HT,ig=(Σ <sub>k</sub> .A <sub>k</sub> •U <sub>equiv,k</sub> ).f <sub>g1</sub> •f <sub>g2</sub> •G <sub>W</sub>					W/K	4,51
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na jinou teplotu						
Kód	Stavební část	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub> •A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub>	
		na jedn.	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/K	
		-	-	-	-	
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami H <sub>T,ij</sub> = Σ <sub>k</sub> f <sub>ij</sub> •A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub>					W/K	0
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem HT,i=H <sub>T,ie</sub> +H <sub>T,iue</sub> +H <sub>T,ig</sub> +H <sub>T,ij</sub>					W/K	26,48
Teplotní údaje						
Výpočtová venkovní teplota			θ <sub>e</sub>	°C	-12	
Výpočtová vnitřní teplota			θ <sub>int,i</sub>	°C	20	
Výpočtový teplotní rozdíl			θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub>	°C	32	
Návrhová tepelná ztráty prostupem Θ <sub>T,i</sub> =HT,i*(θ <sub>int,i</sub> -θ <sub>e</sub> )					W	847

### Místnost č. 102 Kuchyň

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>	
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K	
1	Vnější stěna rovná část	6	0,11	1	0,66	
6	Okna trojsklo	0,75	0,61	1	0,4575	
Celkem stavební části				Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>	W/K	1,1175
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	l <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	Ψ <sub>k</sub> •l <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>	
		W/mK	m	na jedn.	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem tepelné mosty				Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> •l <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>	W/K	0
Celkový součinitel tepelné ztráty, přímo do venkovního prostředí				H <sub>T,ie</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •e <sub>k</sub> +Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> •l <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>	W/K	1,12
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory						
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>	
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K	
15	Vnitřní stěna se záchodem	6	1,25	0,6	7,85	
Celkem stavební části				A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>	W/K	7,85
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	l <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	Ψ <sub>k</sub> •l <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>	
		W/mK	m	na jedn.	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem tepelné mosty				Ψ <sub>k</sub> •l <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>	W/K	0
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory				H <sub>T,iue</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>	W/K	7,85
Tepelné ztráty zeminou						
Výpočet B'		A <sub>g</sub>	P	B'=2.A <sub>g</sub> /P		
		m <sup>2</sup>	m	m		
		4,6	8,6	1,069767442		
Kód	Stavební část	U <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> •U <sub>equiv,k</sub>	
		W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup>	W/K	
9	Podlaha	0,31	0,17	4,6	0,782	
Celkem ekvivalentní části				Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> .U <sub>equiv,k</sub>	W/K	0,782
Korekční činitelé		f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> •f <sub>g2</sub> •G <sub>w</sub>	
		na jedn.	na jedn.	na jedn.	na jedn.	
		1,45	0,54	1	0,783	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou				HT,ig=(Σ <sub>k</sub> .A <sub>k</sub> .U <sub>equiv,k</sub> ).f <sub>g1</sub> .f <sub>g2</sub> •G <sub>w</sub>	W/K	0,61
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na jinou teplotu						
Kód	Stavební část	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub> •A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub>	
		na jedn.	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/K	
		-	-	-	-	
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami				H <sub>T,ij</sub> = Σ <sub>k</sub> f <sub>ij</sub> •A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub>	W/K	0
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem				HT,i=H <sub>T,ie</sub> +H <sub>T,iue</sub> +H <sub>T,ig</sub> +H <sub>T,ij</sub>	W/K	9,58
Teplotní údaje						
Výpočtová venkovní teplota			θ <sub>e</sub>	°C	-12	
Výpočtová vnitřní teplota			θ <sub>int,i</sub>	°C	20	
Výpočtový teplotní rozdíl			θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub>	°C	32	
Návrhová tepelná ztráty prostupem				Θ <sub>T,i</sub> =HT,i*(θ <sub>int,i</sub> -θ <sub>e</sub> )	W	307

### Místnost č. 105 Posilovna

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>	
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K	
1	Vnější stěna rovná část	21,75	0,11	1	2,3925	
2	Vnější stěna oblouk r=3000mm	5,76	0,115	1	0,6624	
6	Okna trojsklo	11	0,61	1	6,71	
Celkem stavební části		Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>		W/K	9,7649	
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	l <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>	
		W/mK	m	na jedn.	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem tepelné mosty		Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>		W/K	0	
Celkový součinitel tepelné ztráty, přímo do venkovního prostředí H <sub>T,ie</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub> +Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·e <sub>k</sub>					W/K	9,76
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory						
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>	
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K	
14	Vnitřní stěna s chodbou	22,5	0,29	0,6	3,915	
15	Vnitřní stěna se záchodem	7,2	1,25	0,6	9,05	
8	Vnitřní dveře	3	2,38	0,6	4,284	
Celkem stavební části		A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>		W/K	17,249	
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	l <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>	
		W/mK	m	na jedn.	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem tepelné mosty		Ψ <sub>k</sub> ·l <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>		W/K	0	
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory H <sub>T,iue</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub> ·b <sub>U</sub>					W/K	17,25
Tepelné ztráty zeminou						
Výpočet B'		A <sub>g</sub>	P	B'=2·A <sub>g</sub> /P		
		m <sup>2</sup>	m	m		
		32,3	25	2,584		
Kód	Stavební část	U <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>equiv,k</sub>	
		W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup>	W/K	
9	Podlaha	0,31	0,17	32,3	5,491	
Celkem ekvivalentní části		Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>equiv,k</sub>		W/K	5,491	
Korekční činitelé		f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> ·f <sub>g2</sub> ·G <sub>w</sub>	
		na jedn.	na jedn.	na jedn.	na jedn.	
		1,45	0,54	1	0,783	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou HT,ig=(Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> ·U <sub>equiv,k</sub> )·f <sub>g1</sub> ·f <sub>g2</sub> ·G <sub>w</sub>					W/K	4,3
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na jinou teplotu						
Kód	Stavební část	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub> ·A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub>	
		na jedn.	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/K	
		-	-	-	-	
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami H <sub>T,ij</sub> = Σ <sub>k</sub> f <sub>ij</sub> ·A <sub>k</sub> ·U <sub>k</sub>					W/K	0
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem HT,i=H <sub>T,ie</sub> +H <sub>T,iue</sub> +H <sub>T,ig</sub> +H <sub>T,ij</sub>					W/K	31,3
Teplotní údaje						
Výpočtová venkovní teplota			θ <sub>e</sub>	°C	-12	
Výpočtová vnitřní teplota			θ <sub>int,i</sub>	°C	20	
Výpočtový teplotní rozdíl			θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub>	°C	32	
Návrhová tepelná ztráty prostupem Θ <sub>T,i</sub> =HT,i*(θ <sub>int,i</sub> -θ <sub>e</sub> )					W	1002

### Místnost č. 107 Dílna

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
Kód	Stavební část	$A_k$	$U_k$	$e_k$	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$	
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K	
1	Vnější stěna rovná část	5,4	0,11	1	0,594	
2	Vnější stěna oblouk r=750mm	2,3	0,118	1	0,2714	
Celkem stavební části					$\Sigma_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$	0,8654
Kód	Tepelný most	$\psi_k$	$l_k$	$e_k$	$\psi_k \cdot l_k \cdot e_k$	
		W/mK	m	na jedn.	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem tepelné mosty					$\Sigma_k \psi_k \cdot l_k \cdot e_k$	0
Celkový součinitel tepelné ztráty, přímo do venkovního prostředí					$H_{T,ie} = \Sigma_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma_k \psi_k \cdot l_k \cdot e_k$	W/K 0,87
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory						
Kód	Stavební část	$A_k$	$U_k$	$b_U$	$A_k \cdot U_k \cdot b_U$	
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K	
14	Vnitřní stěna s chodbou	25,8	0,29	0,6	4,4892	
14	Vnitřní stěna s garáží	25,2	0,29	0,6	26,09	
8	Vnitřní dveře	3	2,38	0,6	4,284	
Celkem stavební části					$A_k \cdot U_k \cdot b_U$	34,8632
Kód	Tepelný most	$\psi_k$	$l_k$	$b_U$	$\psi_k \cdot l_k \cdot b_U$	
		W/mK	m	na jedn.	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem tepelné mosty					$\psi_k \cdot l_k \cdot b_U$	0
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					$H_{T,iue} = \Sigma_k A_k \cdot U_k \cdot b_U$	W/K 34,86
Tepelné ztráty zeminou						
Výpočet B'		$A_g$	$P$	$B' = 2 \cdot A_g / P$		
		m <sup>2</sup>	m	m		
		43,3	25	3,464		
Kód	Stavební část	$U_k$	$U_{equiv,k}$	$A_k$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	
		W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup>	W/K	
9	Podlaha	0,31	0,17	43,3	7,361	
Celkem ekvivalentní části					$\Sigma_k A_k \cdot U_{equiv,k}$	7,361
Korekční činitelé		$f_{g1}$	$f_{g2}$	$G_w$	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$	
		na jedn.	na jedn.	na jedn.	na jedn.	
		1,45	0,54	1	0,783	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou					$H_{T,ig} = (\Sigma_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$	W/K 5,76
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na jinou teplotu						
Kód	Stavební část	$f_{ij}$	$A_k$	$U_k$	$f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k$	
		na jedn.	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/K	
		-	-	-	-	
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami					$H_{T,ij} = \Sigma_k f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k$	W/K 0
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem					$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$	W/K 41,49
Teplotní údaje						
Výpočtová venkovní teplota			$\theta_e$	°C	-12	
Výpočtová vnitřní teplota			$\theta_{int,i}$	°C	15	
Výpočtový teplotní rozdíl			$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	27	
Návrhová tepelná ztráty prostupem					$\Theta_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$	W 1120

### Místnost č. 109 Garáž

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>	
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K	
1	Vnější stěna rovná část	56,85	0,11	1	6,2535	
2	Vnější stěna oblouk r=3000 a 2000 mm	22	0,15	1	3,3	
5	Vnější stěna oblouk r=750mm	3,5	0,118	1	0,413	
7	Garážové vrata	7,5	2,38	1	17,85	
Celkem stavební části W/K					Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>	27,8165
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	l <sub>k</sub>	e <sub>k</sub>	Ψ <sub>k</sub> •l <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>	
		W/mK	m	na jedn.	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem tepelné mosty W/K					Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> •l <sub>k</sub> •e <sub>k</sub>	0
Celkový součinitel tepelné ztráty, přímo do venkovního prostředí H <sub>T,ie</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •e <sub>k</sub> +Σ <sub>k</sub> Ψ <sub>k</sub> •l <sub>k</sub> •e <sub>k</sub> W/K						27,82
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory						
Kód	Stavební část	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>	
		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	na jedn.	W/K	
14	Vnitřní stěna s chodbou	20,8	0,29	0,6	3,6192	
8	Vnitřní dveře	1,6	2,38	0,6	2,2848	
Celkem stavební části W/K					A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>	5,904
Kód	Tepelný most	Ψ <sub>k</sub>	l <sub>k</sub>	b <sub>U</sub>	Ψ <sub>k</sub> •l <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>	
		W/mK	m	na jedn.	W/K	
		-	-	-	-	
Celkem tepelné mosty W/K					Ψ <sub>k</sub> •l <sub>k</sub> •b <sub>U</sub>	0
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory H <sub>T,iue</sub> = Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> •b <sub>U</sub> W/K						5,90
Tepelné ztráty zeminou						
Výpočet B'		A <sub>g</sub>	P	B'=2.A <sub>g</sub> /P		
		m <sup>2</sup>	m	m		
		113,0	42	5,380952381		
Kód	Stavební část	U <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> •U <sub>equiv,k</sub>	
		W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup>	W/K	
9	Podlaha	0,31	0,17	113	19,21	
Celkem ekvivalentní části W/K					Σ <sub>k</sub> A <sub>k</sub> .U <sub>equiv,k</sub>	19,21
Korekční činitelé		f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>W</sub>	f <sub>g1</sub> •f <sub>g2</sub> •G <sub>W</sub>	
		na jedn.	na jedn.	na jedn.	na jedn.	
		1,45	0,54	1	0,783	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou HT,ig=(Σ <sub>k</sub> .A <sub>k</sub> .U <sub>equiv,k</sub> ).f <sub>g1</sub> •f <sub>g2</sub> •G <sub>W</sub> W/K						15,04
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na jinou teplotu						
Kód	Stavební část	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub> •A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub>	
		na jedn.	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/K	
		-	-	-	-	
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami H <sub>T,ij</sub> = Σ <sub>k</sub> f <sub>ij</sub> •A <sub>k</sub> •U <sub>k</sub> W/K			0			
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem H <sub>T,i</sub> =H <sub>T,ie</sub> +H <sub>T,iue</sub> +H <sub>T,ig</sub> +H <sub>T,ij</sub> W/K			48,76			
Teplotní údaje						
Výpočtová venkovní teplota			θ <sub>e</sub>	°C	-12	
Výpočtová vnitřní teplota			θ <sub>int,i</sub>	°C	15	
Výpočtový teplotní rozdíl			θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub>	°C	27	
Návrhová tepelná ztráty prostupem			Θ <sub>T,i</sub> =H <sub>T,i</sub> •(Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub> ) W		1317	

## Příloha 3 - Teplovzdušné vytápění

	Název	Kusy
1	Teplovzdušná jednotka DUPLEX RK5	1
2	Ohebná hadice Sonoflex MO 254 mm	32 m
3	Ohebná hadice Sonoflex MO 160 mm	35 m
4	Tlumič hluku omyvatelný Atrea Ø250 / 600 mm	2
5	Odbočka jednostranná OBJ 90 stupňů, průměr 250/250/90 stupňů	2
6	Odbočka jednostranná OBJ 90 stupňů, průměr 160/160/90 stupňů	2
7	Odbočka jednostranná OBJ 45 stupňů, průměr 250/250/45 stupňů	1
8	Kalhotový kus KKS-T 60 stupňů, 250/250 mm	1
9	Kalhotový kus KK45 k rozbočení trasy potrubí, 45°, 250/160 mm	3
10	Kalhotový kus KK45 k rozbočení trasy potrubí, 45°, 160/160 mm	3
11	Interierová krabice pro mřížku MKI	2
12	Krabice koncová stropní boční s otvorem pro mřížku 255x100 KSB	7
13	Podlahová mřížka dřevěná PMD 250x97 mm, bez povrchové úpravy	7
14	Kruhový stropní difuzor CE100 s nastavitelnými lamelami, průměr 160 mm	5
15	Krabice koncová čelní KKC pro rozvod 200x50	2
16	podlahový přechod PPK 200x50/90° obloukový R121500	2
17	Podlahový přechod PPS 200x50 / DN160	2
18	Stěnová mřížka PMK 250x97 mm	2
19	Talířový ventil odtah vzduchu R230001	1
20	Podlahový kanál PKP 200x50 pozinkovaný typ A - tl. 0,6mm, 2m R120011	14 m

Tab. 21- Kusovník pro vzduchotechniku

## Příloha 4 – Otopná tělesa

Tab. 22 – Tlakové ztráty všech úseků

číslo úseku	Q	m	l	d	w	R	R* <sub>l</sub>	Σξ	Z	R* <sub>l</sub> + Z
	[ W ]	[ kg/h ]	[ m ]	[ mm ]	[ m/s ]	[ Pa/m ]	[ Pa ]	-	[ Pa ]	[ Pa ]
1	14854	1277,8	1	21,9	0,961	448	448	4	1812	2260
1 Z	14854	1277,8	1	21,9	0,961	448	448	6	2718	3166
2	8997	773,9	3	15,9	1,105	856	2568	6,8	4067	6636
2 Z	8997	773,9	3	15,9	1,105	856	2568	3,8	2273	4841
3	861	74,1	4,6	11,9	0,189	54	246	13,2	230	477
3 Z	861	74,1	4,6	11,9	0,189	54	246	7,7	134	381
4	2082	179,1	7,2	11,9	0,456	252	1811	9,2	939	2750



4 Z	2082	179,1	7,2	11,9	0,456	252	1811	3,7	378	2189
5	2914	250,7	7,5	11,9	0,639	457	3430	9,7	1940	5369
5 Z	2914	250,7	7,5	11,9	0,639	457	3430	4,2	840	4270
OT 106	1873	161,1	9	11,9	0,411	209	1878	11,1	917	2795
OT 106 Z	1873	161,1	9	11,9	0,411	209	1878	9,6	793	2671
OT 107a	1041	89,5	1	11,9	0,228	74	74	8,3	212	286
OT 107a Z	1041	89,5	1	11,9	0,228	74	74	7	179	253
OT 107b	1041	89,5	1,5	11,9	0,228	75	112	8,3	212	324
OT 107b Z	1041	89,5	1,5	11,9	0,228	75	112	7	179	290
OT 107c	1041	89,5	5,2	11,9	0,228	75	387	16	408	796
OT 107c Z	1041	89,5	5,2	11,9	0,228	75	387	15,50	396	783
OT 202	217	37,3	6,3	11,9	0,095	17	104	6	27	131
OT 202 Z	217	37,3	6,3	11,9	0,095	17	104	6	27	131
OT 202P	217	37,3	32,3	11,9	0,095	17	533	36	159	693
OT 202P Z	217	37,3	32,3	11,9	0,095	17	533	36	159	693
OT 203	342	58,8	9,1	11,9	0,150	36	327	6	66	393
OT 203 Z	342	58,8	9,1	11,9	0,150	36	327	6	66	393
OT 203P	342	58,8	45	11,9	0,150	36	1619	68	748	2368
OT 203P Z	342	58,8	45	11,9	0,150	36	1619	68	748	2368
OT 208	302	26,0	9,4	11,9	0,066	9	84	6,5	14	98
OT 208 Z	302	26,0	9,4	11,9	0,066	9	84	4,5	10	94